ORTAÖĞRETİM

BİYOLOJİ

10

DERS KİTABI

YAZARLAR

Fevzi KURT

Filiz ÇUKUROVA

Hacı Bayram KURT

Serkan DİKKAYA

Sevgi ALTINPINAR

T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI.....: 8893
DERS KİTAPLARI DİZİSİ.....: 1908

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Kitabın metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

Editör
Prof. Dr. Hasan Basri İLA

Dil Uzmanı
Gül BÜYÜMEZ

Program Geliştirme Uzmanı
Hasan NASIRCI

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı
Hüseyin BÜYÜKBİÇER

Rehberlik ve Gelişim Uzmanı
Tuğba GÜL ŞEN

Grafik Tasarım Uzmanı
Mehtap KEÇELİ

ISBN 978-975-11-6784-2

Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulunun 18.04.2019 gün ve
8 sayılı kararı ile ders kitabı olarak kabul edilmiştir.

İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

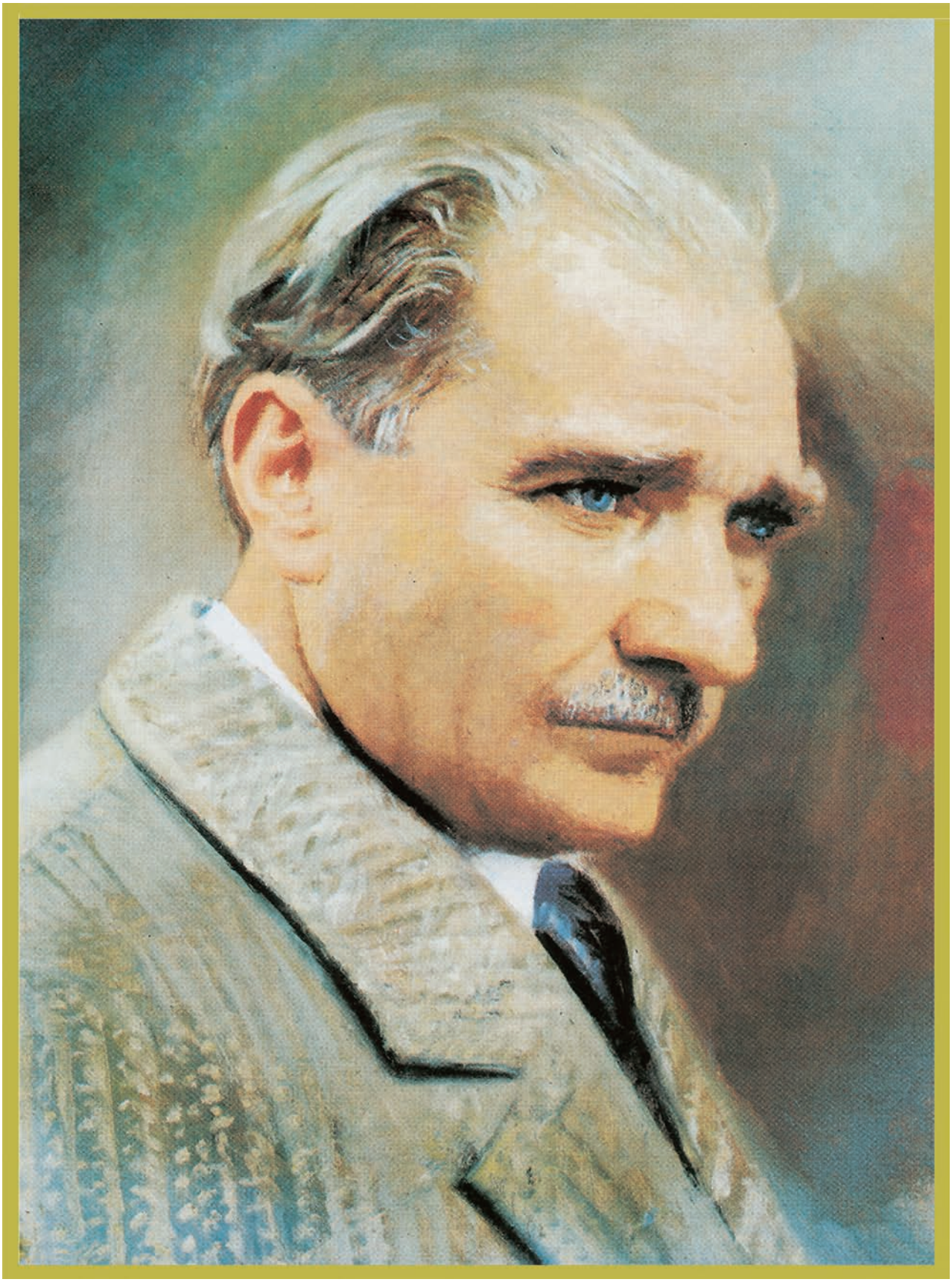
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk

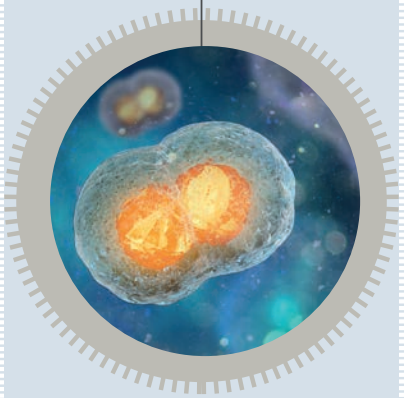


MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

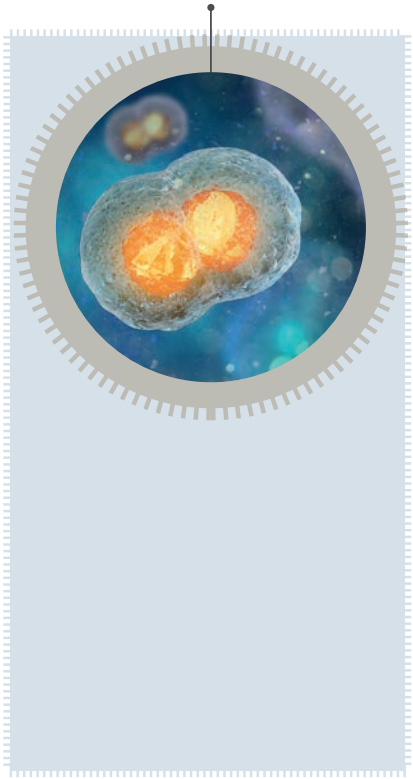
GÜVENLİK SEMBOLLERİ 11
KİTABIN TANITIMI 12

10. 1 HÜCRE BÖLÜNMELERİ



1.1. MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME 17

1.1.1. HÜCRE BÖLÜNMESİNİN GEREKLİLİĞİ 18
Hücre Neden Bölünür? 18
Hacim/Yüzey Oranının Bozulması 18
Çekirdek/Sitoplazma Oranının Bozulması 18
DNA'nın Kendini Eşlemesi 19
Hücre Bölünmeleri 21
Hücre Döngüsü 23
İnterfaz 23
1.1.2. MİTOZ 24
Mitozun Evreleri 25
Profaz 25
Metafaz 25
Anafaz 26
Telofaz ve Sitokinez 26
Hücre Döngüsünün Kontrolü 31
Kontrolsüz Hücre Bölünmeleri ve Kanser 32
Kanserde Yaygın Olarak Kullanılan Tedavi Yöntemleri 34
1.1.3. EŞEYSİZ ÜREME 38
Bölünerek Üreme 38
Tomurcuklanma 40
Rejenerasyon 42
Sporla Üreme 44
Partenogenez 45
Vejetatif Üreme 46
Vejetatif Üreme Çeşitleri ve Tarım Sektöründe Kullanım Alanları 46
Sürünücü Gövde (Stolon) ile Üreme 46
Yumru Gövde ile Üreme 47
Rizom Gövde ile Üreme 47
Çelik ile Üreme 47
Doku Kültürü 50
Soğanla Üreme 51
Vejetatif Üremenin Avantajları 51
1.2. MAYOZ VE EŞEYLİ ÜREME 55
İnterfaz 55



1.2.1. MAYOZ 56

A) Mayoz I 56

Profaz I 57

Metafaz I 58

Anafaz I 58

Telofaz I ve Sitokinez I 58

B) Mayoz II 59

Profaz II 59

Metafaz II 60

Anafaz II 60

Telofaz II ve Sitokinez II 60

1.2.2. EŞEYLİ ÜREME 67

1. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI 69

10. 2 KALITIMIN GENEL İLKELERİ

2.1. KALITIM VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK 81

2.1.1. KALITIMIN GENEL İLKELERİ 81

Mendel'in Çalışmaları 82

Olasılık İlkeleri ve Uygulamaları 84

Bağımsız Genlerde Gamet Çeşidinin Bulunması 85

Bağlı Genlerde Gamet Çeşidinin Bulunması 87

Mendel İlkelerine Uyan Durumlar 88

Monohibrit Çaprazlama 88

Dihibrit Çaprazlama 92

Kontrol Çaprazlaması (Test Çaprazlaması) 98

Mendel İlkelerine Uymayan Durumlar 101

Eş Baskınlık (Kodominantlık) 101

Çok Alellilik 101

ABO Kan Grubu Sisteminin Kalıtımı 102

Rh Faktörü (Rh Antijeni) Kalıtımı 103

Rh Uyuşmazlığı (Kan Uyuşmazlığı) 105

Eşeye Bağlı Kalıtım 107

İnsanda X Kromozomuna Bağlı Kalıtım 109

Kısmi Renk Körlüğü (Daltonizm) 109

Hemofili 111

Soyağaçları 113
Akraba Evliliği 122
2.1.1. GENETİK VARYASYONLAR VE GENETİK ÇEŞİTLİLİK 124
2. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI 128

10. 3 EKOSİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

3.1. EKOSİSTEM EKOLOJİSİ 145
3.1.1. EKOSİSTEMİN CANLI VE CANSIZ BİLEŞENLERİ 147
Cansız Bileşenler (Abiyotik Bileşenler) 147
Canlı Bileşenler (Biyotik Bileşenler) 150
Ekolojik Kavramlar 150
Ekosistemde Meydana Gelebilecek Değişikliklerin Olası Sonuçları 152
3.1.2. CANLILARDAKİ BESLENME ŞEKİLLERİ 153
Ototrof Canlılar (Üreticiler) 153
Heterotrof Canlılar (Tüketiciler) 154
Hem Ototrof Hem Heterotrof Canlılar 156
3.1.3. EKOSİSTEMDE MADDE VE ENERJİ AKIŞI 157
Besin Zinciri 157
Besin Ağı 159
Besin Piramidi 160
Biyolojik Birikim 161
3.1.4. MADDE DÖNGÜLERİ VE HAYATIN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ ARASINDAKİ İLİŞKİ 164
Su Döngüsü 165
Karbon Döngüsü 165
Azot Döngüsü 166
3.2.1. GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI 170
1. Biyoçeşitliliğin Azalması 170
2. Hava Kirliliği 171
Ozon Tabakasının İncelmesi 171
Asit Yağmurları 172
3. Küresel İklim Değişikliği 173
4. Su Kirliliği 174
5. Toprak Kirliliği 175
6. Radyoaktif Kirlilik 175
7. Ses Kirliliği 176
8. Erozyon 176
9. Doğal Hayat Alanlarının Tahribi 177
10. Orman Yangınları 178
3.2.2. ÇEVRE SORUNLARININ ORTAYA ÇIKMASINDA BİREYLERİN ROLÜ 180

Ekolojik Ayak İzi 180
Karbon Ayak izi 184
Su Ayak İzi 185

3.2.3. YEREL VE KÜRESEL BAĞLAMDA ÇEVRE KİRLİLİĞİNİN ÖNLENMESİNE YÖNELİK ÇÖZÜM ÖNERİLERİ 187

Çevre Kirliliğinin Önlenmesinde Biyolojinin Diğer Disiplinlerle İlişkisi 189

3.3. DOĞAL KAYNAKLAR VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI 191

3.3.1. DOĞAL KAYNAKLARIN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ 191

3.3.2. BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN YAŞAM İÇİN ÖNEMİ 194

Endemik Türlerin Ülkemizin Biyolojik Çeşitliliği Açısından Değeri ve Önemi 195

Soyu Tükenen Canlı Türlerinin Biyolojik Çeşitlilik Açısından Önemi 197

3.3.3. BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASINA YÖNELİK ÇÖZÜM ÖNERİLERİ 198

Gen Bankasının Gerekliliği 200

3. ÜNİTE ÖLÇME DEĞERLENDİRME SORULARI 201

EKLER

CEVAP ANAHTARI 213
SÖZLÜK 216
KAYNAKÇA 220

GÜVENLİK SEMBOLLERİ

Laboratuvar uygulamalarında oluşabilecek tehlikelere karşı kişileri uyarmak için güvenlik sembolleri kullanılmaktadır. Bu semboller aşağıda açıklanmıştır. Laboratuvar uygulamalarınızda bu güvenlik sembollerini ilgili deneylerde panoya asmanız önerilir.

ELBİSE UYARISI
Bu sembol, çalışma sırasında kullanılan malzemelerden dolayı kıyafetlerin zarar görebileceğini gösterir.

KIRILABİLİR MALZEME UYARISI
Bu sembol, yapılacak deneylerde kullanılacak cam malzemenin kırılabilecek türden olduğunu gösterir.

GÖZ GÜVENLİĞİ
Bu sembol, çalışma sırasında gözler için tehlike oluşabileceğini ve bu nedenle gözlük takılması gerektiğini gösterir.

MASKE KULLAN
Yapılacak işlemde kimyasal tepkimeler sonucu gazlar oluşabileceğinden maske kullanılması gerektiğini belirtir.

ISI GÜVENLİĞİ
Bu sembol, sıcak cisimler tutulacağı zaman önlem alınması gerektiğini gösterir.

AÇIK ALEV UYARISI
Bu sembol, yangına veya patlamaya sebep olabilecek alev oluşabileceğini gösterir.

PATLAMA TEHLİKESİ
Bu sembol, kimyasal madde yanlış kullanıldığında patlama meydana gelebileceğini gösterir.

BİYOLOJİK TEHLİKE
Bu sembol bakteri, mantar, bitki ve hayvan gibi canlıların neden olabileceği tehlikeli durumları gösterir.

KİMYASAL MADDE GÜVENLİĞİ
Bu sembol, cilde zararlı bazı kimyasal maddelerle çalışılırken eldiven kullanılması gerektiğini gösterir.

KESİCİ CİSİMLER GÜVENLİĞİ
Bu sembol, deney sırasında kesme ve delme tehlikesi olan keskin cisimler kullanılacağını gösterir.

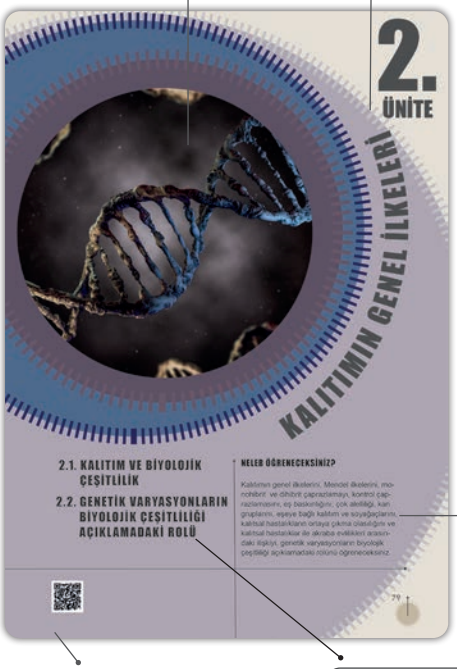
ELEKTRİK GÜVENLİĞİ
Bu sembol, elektrikli aletler kullanılırken dikkat edilmesi gerektiğini gösterir.

ZEHİRLİ MADDE UYARISI
Bu sembol, zehirleyici maddeler kullanılırken dikkatli olunması gerektiğini gösterir.

KİTABIN TANITIMI

Ünite içeriğine uygun görseli gösterir.

Ünitenin numarasını ve adını gösterir.



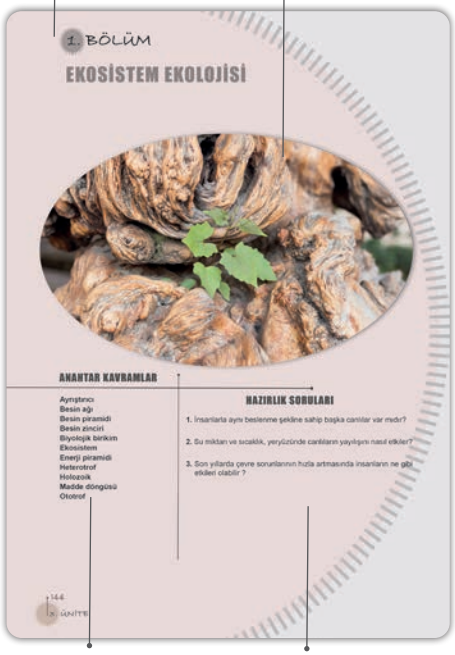
Ünite içinde neler öğrenileceğini gösterir.

Ünite karekodunu gösterir.

Ünitede yer alan konuları gösterir.

Bölümün numarasını ve adını gösterir.

Bölüm içeriğine uygun görseli gösterir.



Bölüm ile ilgili öğrenilmesi hedeflenen kavram ve terimleri gösterir.

Konuya hazırlığı destekleyen soruları gösterir.

Konu ile ilgili ek bilgilerin yer aldığı kutucuğu gösterir. gösterir.

Yapılacak etkinliği gösterir.

Öğrenmeyi somutlaştırmayı sağlayan görselleri gösterir.

Öğrenilenlerin pekiştirilmesini sağlayacak soru ve uygulamaları gösterir.

Konu içeriğine uygun okuma parçasını gösterir.

OKUMA PARÇASI

KANSER GENETİĞİ

Eski Yunanlılar, kanserin vücuttaki fazla sıvıya bağlı olduğunu düşünürlerken 18've 19. yüzyıllarda doktorlar, gazetelerin kanserle neden olduğunu düşünmeye başlamıştı. Günümüzde doktorlar, kanser ve genler arasındaki ilişki hakkında daha fazla bilgiye sahipsiz. Ultraviyole ışınlar, radyasyon, virüsler ve çeşitli kimyasallar insan vücudundaki genlerde hasara yol açar. Belirli genler etkilenirse de kanser gelişir.

Gen, kalıtımın temel fiziksel ve işlevsel birimidir. DNA üzerinde yer alan genler; göz ve saç rengi, kan grubu gibi fiziksel ve biyolojik özellikleri direkt olarak belirler. Bazı vakalarda da kanser gelişimini etkiler. İnsan vücudundaki 46 kromozomda (23 kromozom çifti), 25.000 den fazla gen bulunmaktadır

Genler Nasıl Kansere Yol Açar?

Çeşitli nedenlerle genlerde mutasyon olarak adlandırılan değişiklikler meydana gelir. Birçok mutasyon, hücre için zararlıyken bazı mutasyonlar zararlı değildir.

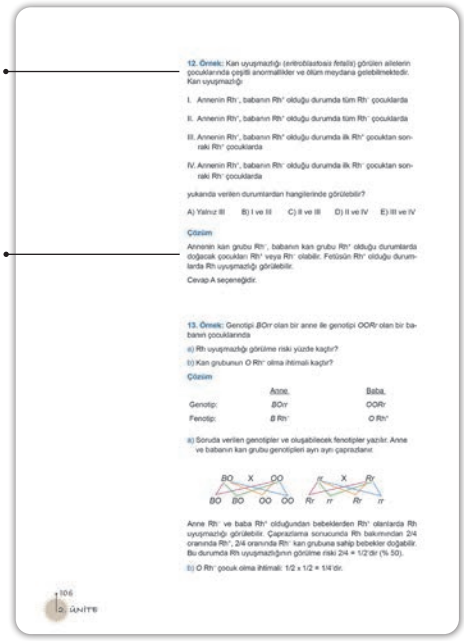
İki tür mutasyon vardır: eşey hücre mutasyonu ve kazanılmış mutasyon. Eşey hücre mutasyonları, üreme hücrelerini (sperm veya yumurta) etkiler ve kuşaktan kuşağa geçer. Eşey hücre mutasyonları, kanser vakalarının % 5-10'undan sorumludur, bu vakalar **ailesel kanserler** olarak da adlandırılmaktadır. Kanserlerin çoğu, **kazanılmış mutasyonlar** olarak adlandırılan ve kişinin yaşamı esnasında ortaya çıkan mutasyonlara bağlıdır. Sigara, aşırı miktarda UV ışını, diğer toksin ve kimyasallar, kazanılmış mutasyonlara neden olabilir. Bu mutasyonlar vücuttaki hücrelerin normal etkileşimi ve kalıtımsal özelliğini. Kazanılmış mutasyonlara bağlı kanserler, **sporadik kanserler** olarak adlandırılır. Pek çok bilim insanına göre belirli bir grup hücredeki çeşitli genlerin mutasyonu sonucu kanser gelişir. Ancak aynı miktarda çevresel etkiye maruz kalmış bile bazı kişiler kanser gelişimine daha yatkındır

EK BİLGİ

2015 yılı Nobel Kimya Ödülü'ne "DNA Onarımı" alanındaki araştırmaları nedeniyle North Carolina Üniversitesi (Kuzey Karolayna Üniversitesi) öğretim üyesi **Prof. Dr. Aziz Sancar** layık görülmüştür. Prof. Dr. Aziz Sancar, DNA onarımında nükleotit kesip-çıkarma mekanizmasının tanımlanarak bu konuda önemli buluşlara imza atan çok değerli bir bilim insanıdır

Bölüm içindeki örnek soruları gösterir.

Bölüm içindeki örnek çözümleri gösterir.



12. Örnek: Kan uyuşmazlığı (eritroblastosis fetalis) görülen ailelerin çocuklarında çeşitli anormallikler ve ölüm meydana gelebilmektedir. Kan uyuşmazlığı

I. Annenin Rh⁻, babanın Rh⁺ olduğu durumda tüm Rh⁻ çocuklarda

II. Annenin Rh⁺, babanın Rh⁺ olduğu durumda tüm Rh⁻ çocuklarda

III. Annenin Rh⁻, babanın Rh⁺ olduğu durumda ilk Rh⁺ çocuktan sonraki Rh⁺ çocuklarda

IV. Annenin Rh⁺, babanın Rh⁻ olduğu durumda ilk Rh⁻ çocuktan sonraki Rh⁻ çocuklarda

yukarıda verilen durumlardan hangilerinde görülebilir?

A) Yalnız III B) I ve III C) II ve III D) II ve IV E) III ve IV

Çözüm

Annenin kan grubu Rh⁻, babanın kan grubu Rh⁺ olduğu durumlarda doğacak çocukları Rh⁺ veya Rh⁻ olabilir. Fetüsün Rh⁻ olduğu durumlarda Rh uyuşmazlığı görülebilir.

Cevap A seçeneğidir.

13. Örnek: Genotipi *BOrr* olan bir anne ile genotipi *OORr* olan bir babanın çocuklarında

a) Rh uyuşmazlığı görülme riski yüzde kaçtır?

b) Kan grubunun *O Rh⁻* olma ihtimali kaçtır?

Çözüm

	Anne	Baba
Genotip:	*BOrr*	*OORr*
Fenotip:	*B Rh⁻*	*O Rh⁺*

a) Soruda verilen genotipler ve oluşabilecek fenotipler yazılır. Anne ve babanın kan grubu genotipleri ayrı ayrı çaprazlanır.

Anne Rh⁻ ve baba Rh⁺ olduğundan bebeklerden Rh⁻ olanlarda Rh uyuşmazlığı görülebilir. Çaprazlama sonucunda Rh bakımından 2/4 oranında Rh⁺, 2/4 oranında Rh⁻ kan grubuna sahip bebekler doğabilir. Bu durumda Rh uyuşmazlığının görülme riski 2/4 × 1/2'dir (% 50).

b) *O Rh⁻* çocuk olma ihtimali: 1/2 x 1/2 = 1/4'dir.

Ünitenin adını ve sayfa numarasını gösterir.

Konuyla ilgili görselleri gösterir.

Ortaya çıkan bu kalıtsal çeşitlilik, çoğu zaman yavruların değişen ortam koşullarına uyum yeteneğini artırır.

Bitki, hayvan, mantarların çoğunda ve bazı protistlerde çoğalma eşeyli üreme ile gerçekleşir. (Görsel 1.76, 1.77). Oluşan her yavruda anne ve babadan gelen genler bulunur. Böylece her iki ebeveynin genetik karışımı olan yavrular ortaya çıkar.

Görsel 1.76: Elma bitkisinde eşeyli üremeyi sağlayan çiçekler

Görsel 1.77: Kurbağalarda eşeyli üreme

BİLİYOR MUSUNUZ?

Eşeyli üreyen canlılarda genellikle erkek ve dişi bireyler bulunur. Omurgasız hayvanların bazılarında ve birçok bitki türünde cinsiyet ayrımı yoktur. Tek bireyde, hem erkek hem dişi üreme organları bir arada bulunabilir. Bu tür canlılar, hem sperm hem de yumurta üretebilir. Böyle canlılara **hermafrodit** adı verilir. Çarkıfelek, çiftail, süsen, orkide ve bezelye gibi bitkiler; toprak solucanı, güve, sümüklü gibi hayvanlar bu tür canlılara örnek verilebilir.

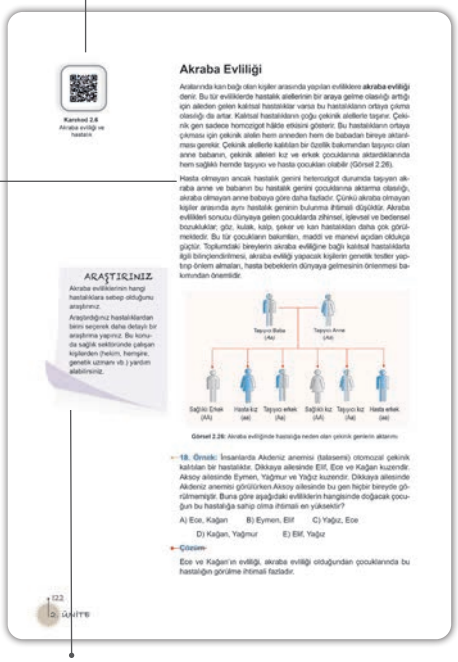
Hermafrodit canlıların kendi ürettiği gametlerin birleşmesine **kendini dölleme** denir. Kendini döllemede çeşitlilik olmasına rağmen bazı hermafrodit canlılar, kendini döllemeyi engellemek için çeşitli adaptasyonlara sahiptir. Örneğin toprak solucanı, yumurta ve spermi farklı zamanlarda üreterek hermafroditliğini kullanmaz. Farklı bir toprak solucanı ile çiftleşerek tür içi çeşitlilik olasılığını artırır.

Kaçıncı ünite olduğunu ve sayfa numarasını gösterir.

Anlatılan içeriğe uygun ek bilgi ve görselleri gösterir.

Etkileşimli kitap, video, ses, animasyon, uygulama, oyun, soru vb. ilave kaynaklara ulaşabileceğiniz karekodu gösterir. Daha fazlası için http://ogmmateryal.eba.gov.tr adresini ziyaret edebilirsiniz.

Konu başlığını ve konu ile ilgili metni gösterir.



Karekod 2.6
Akraba evliliği ve hastalık

Akraba Evliliği

Aralarında kan bağı olan kişiler arasında yapılan evliliklere **akraba evliliği** denir. Bu tür evliliklerde hastalık alellerinin bir araya gelme olasılığı artığı için aileden gelen kalıtsal hastalıklar varsa bu hastalıkların ortaya çıkma olasılığı da artar. Kalıtsal hastalıkların çoğu çekinik alellerle taşınır. Çekinik gen sadece homozigot hâlde etkisini gösterir. Bu hastalıkların ortaya çıkması için çekinik allele hem anneden hem de babadan bireye aktarılması gerekir. Çekinik alellerle kalıtılan bir özellik bakımından taşıyıcı olan anne babanın, çekinik alleleri kız ve erkek çocuklarına aktardıklarında hem sağlıklı hemde taşıyıcı ve hasta çocukları olabilir (Görsel 2.26).

Hasta olmayan ancak hastalık geni heterozigot durumda taşıyan akraba anne ve babanın bu hastalık genini çocuklarına aktarma olasılığı, akraba olmayan anne babaya göre daha fazladır. Çünkü akraba olmayan kişiler arasında ayrı hastalık geninin bulunma ihtimali düşüktür. Akraba evliliklerinin sonucu dünyaya gelen çocuklarda zihinsel, işlevsel ve bedensel bozukluklar; göz, kulak, kalp, şeker ve kan hastalıkları daha çok görülmektedir. Bu tür çocukların bakımları, maddi ve manevi açıdan oldukça güçtür. Toplumdaki bireylerin akraba evliliğine bağlı kalıtsal hastalıklarda ilgili bilinçlendirilmesi, akraba evliliği yapacak kişilerin genetik testler yaptırıp önlem almaları, hasta bebeklerin dünyaya gelmesinin önlenmesi bakımından önemlidir.

ARAŞTIRINIZ

Akraba evliliklerinin hangi hastalıklara sebep olduğunu araştırınız.

Araştırdığınız hastalıklardan birini seçerek daha detaylı bir araştırma yapınız. Bu konuda sağlık sektöründe çalışan kişilerden (hekim, hemşire, genetik uzmanı vb.) yardım alabilirsiniz.

Görsel 2.26: Akraba evliliğinde hastalığa neden olan çekinik genlerin aktarımı

18. Örnek: İnsanlarda Akdeniz anemisi (talasemi) otomozal çekinik kalıtılan bir hastalıktır. Dikkoya ailesinde Elif, Ece ve Kağan kuzendir. Aksoy ailesinde Eymen, Yağmur ve Yağız kuzendir. Dikkoya ailesinde Akdeniz anemisi görülürken Aksoy ailesinde bu gen hiçbir bireyde görülmemiştir. Buna göre aşağıdaki evliliklerin hangisinde doğacak çocuğun bu hastalığa sahip olma ihtimali en yüksektir?

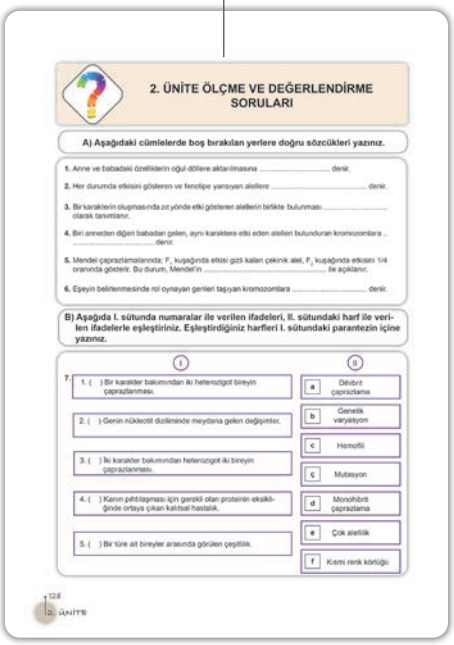
A) Ece, Kağan B) Eymen, Elif C) Yağız, Ece
D) Kağan, Yağmur E) Elif, Yağız

Çözüm

Ece ve Kağan'ın evliliği, akraba evliliği olduğundan çocuklarında bu hastalığın görülme ihtimali fazladır.

Konu ile ilgili araştırma yapılması gerektiğini gösterir.

Öğrenilenlerin pekiştirilmesini sağlayacak ölçme ve değerlendirme sorularını gösterir.



2. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

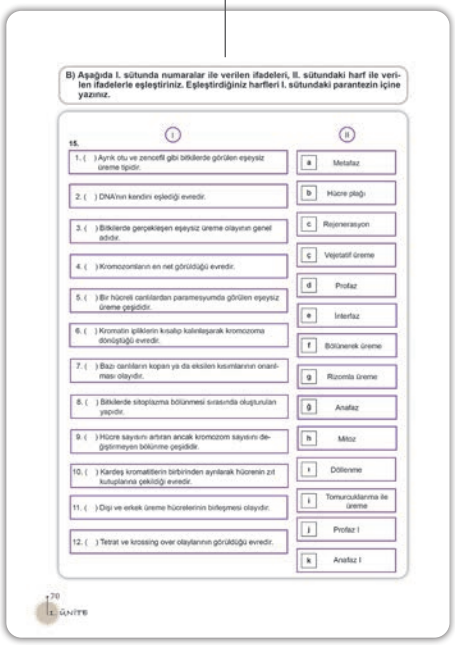
1. Anne ve babadaki özelliklerin oğul döllere aktarılmasına ..... denir.
2. Her durumda etkisini gösteren ve fenotipe yansıyan allellere ..... denir.
3. Bir karakterin oluşmasında zıt yönde etki gösteren allelerin birlikte bulunması ..... olarak tanımlanır.
4. Biri annesinden diğeri babadan gelen, aynı karaktere etki eden allelleri bulunduran kromozomlara ..... denir.
5. Mendel çaprazlamalarında; F_1 kuşağında etkisi gizli kalan çekinik alel, F_2 kuşağında etkisini 1/4 oranında gösterir. Bu durum, Mendel'in ..... ile açıklanır.
6. Eşeyin belirlenmesinde rol oynayan genleri taşıyan kromozomlara ..... denir.

B) Aşağıda I. sütunda numaralar ile verilen ifadeleri, II. sütundaki harf ile verilen ifadelerle eşleştiriniz. Eşleştirdiğiniz harfleri I. sütundaki parantezin içine yazınız.

7.

I	II
1. ( ) Bir karakter bakımından iki heterozigot bireyin çaprazlanması.	a Dihibrit çaprazlama
2. ( ) Genin nükleotit dizilimінde meydana gelen değişimler.	b Genetik varyasyon
3. ( ) İki karakter bakımından heterozigot iki bireyin çaprazlanması.	c Hemofili
4. ( ) Kanın pıhtılaşması için gerekli olan proteinin eksikliğinde ortaya çıkan kalıtsal hastalık.	ç Mutasyon
5. ( ) Bir türe ait bireyler arasında görülen çeşitlilik.	d Monohibrit çaprazlama
	e Çok allelilik
	f Kısmi renk körlüğü

Öğrenilenlerin pekiştirilmesini sağlayacak eşleştirme sorularını gösterir.

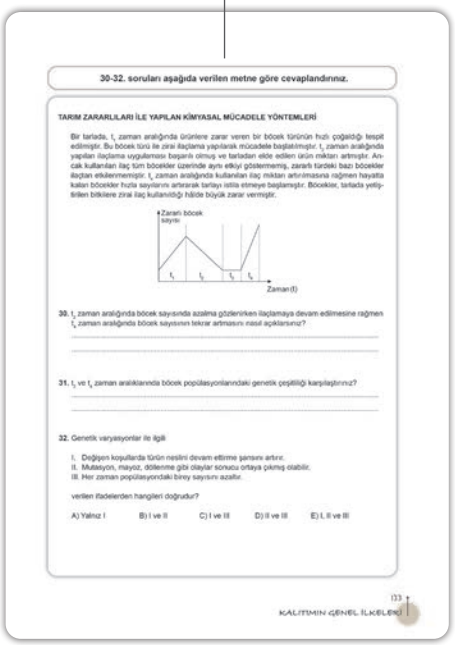


B) Aşağıda I. sütunda numaralar ile verilen ifadeleri, II. sütundaki harf ile verilen ifadelerle eşleştiriniz. Eşleştirdiğiniz harfleri I. sütundaki parantezin içine yazınız.

15.

I	II
1. ( ) Ayrık otu ve zencefil gibi bitkilerde görülen eşeysiz üreme tipidir.	a Metafaz
2. ( ) DNA'nın kendini eşlediği evredir.	b Hücre plağı
3. ( ) Bitkilerde gerçekleşen eşeysiz üreme olayının genel adıdır.	c Rejenerasyon
4. ( ) Kromozomların en net görüldüğü evredir.	ç Vejetatif üreme
5. ( ) Bir hücreli canlılardan paramesyumda görülen eşeysiz üreme çeşididir.	d Profaz
6. ( ) Kromatin ipliklerin kısalıp kalınlaşarak kromozoma dönüştüğü evredir.	e İnterfaz
7. ( ) Bazı canlıların kopan ya da eksilen kısımlarının onarılması olayıdır.	f Bölünerek üreme
8. ( ) Bitkilerde sitoplazma bölünmesi sırasında oluşturulan yapıdır.	g Rizomla üreme
9. ( ) Hücre sayısını artıran ancak kromozom sayısını değiştirmeyen bölünme çeşididir.	ğ Anafaz
10. ( ) Kardeş kromatitlerin birbirinden ayrılarak hücrenin zıt kutuplarına çekildiği evredir.	h Mitoz
11. ( ) Dişi ve erkek üreme hücrelerinin birleşmesi olayıdır.	ı Döllenme
12. ( ) Tetrat ve krossing over olaylarının görüldüğü evredir.	i Tomurcuklanma ile üreme
	j Profaz I
	k Anafaz I

Öğrenilenlerin pekiştirilmesini sağlayacak soruları gösterir.



30-32. soruları aşağıda verilen metne göre cevaplandırınız.

TARIM ZARARLILARI İLE YAPILAN KİMYASAL MÜCADELE YÖNTEMLERİ

Bir tarlada, t_1 zaman aralığında ürünlere zarar veren bir böcek türünün hızlı çoğaldığı tespit edilmiştir. Bu böcek türü ile zirai ilaçlama yapılarak mücadele başlatılmıştır. t_1 zaman aralığında yapılan ilaçlama uygulaması başarılı olmuş ve tarladan elde edilen ürün miktarı artmıştır. Ancak kullanılan ilaç tüm böcekler üzerinde aynı etkiyi göstermemiş, zararlı türdeki bazı böcekler ilaçtan etkilenmemiştir. t_2 zaman aralığında kullanılan ilaç miktarı artırılmasına rağmen hayatta kalan böcekler hızla sayılarını arttırarak tarlayı istila etmeye başlamıştır. Böcekler, tarlada yetiştirilen bitkilere zirai ilaç kullanıldığı hâlde büyük zarar vermiştir.

30. t_1 zaman aralığında böcek sayısında azalma gözlenirken ilaçlamaya devam edilmesine rağmen t_2 zaman aralığında böcek sayısının tekrar artmasını nasıl açıklarsınız?

31. t_1 ve t_2 zaman aralıklarında böcek popülasyonlarındaki genetik çeşitliliği karşılaştırınız?

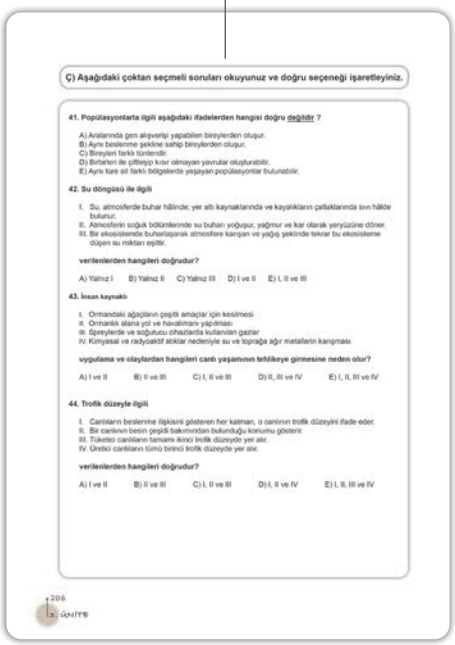
32. Genetik varyasyonlar ile ilgili

I. Değişen koşullarda türün nesilini devam ettirme şansını artırır.
II. Mutasyon, mayoz, dölleme gibi olaylar sonucu ortaya çıkmış olabilir.
III. Her zaman popülasyondaki birey sayısını azaltır.

verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

Öğrenilenlerin pekiştirilmesini sağlayacak çoktan seçmeli soruları gösterir.



Ç) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

41. Popülasyonlarla ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru değildir ?

A) Aralarında gen alışverişi yapabilen bireylerden oluşur.
B) Aynı beslenme şekline sahip bireylerden oluşur.
C) Bireyleri farklı türdendir.
D) Birbirleri ile çiftleşip kısır olmayan yavrular oluşturabilir.
E) Aynı türe ait farklı bölgelerde yaşayan popülasyonlar bulunabilir.

42. Su döngüsü ile ilgili

I. Su, atmosferde buhar hâlinde; yer altı kaynaklarında ve kayalıkların çatlaklarında sıvı hâlde bulunur.
II. Atmosferin soğuk bölümlerinde su buharı yoğuşur, yağmur ve kar olarak yeryüzüne döner.
III. Bir ekosistemde buharlaşarak atmosfere karışan ve yağış şeklinde tekrar bu ekosisteme düşen su miktarı eşittir.

verilenlerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

43. İnsan kaynaklı

I. Ormandaki ağaçların çeşitli amaçlar için kesilmesi
II. Ormanlık alana yol ve havalimanı yapılması
III. Spreylerde ve soğutucu cihazlarda kullanılan gazlar
IV. Kimyasal ve radyoaktif atıklar nedeniyle su ve toprağa ağır metallerin karışması

uygulama ve olaylardan hangileri canlı yaşamının tehlikeye girmesine neden olur?

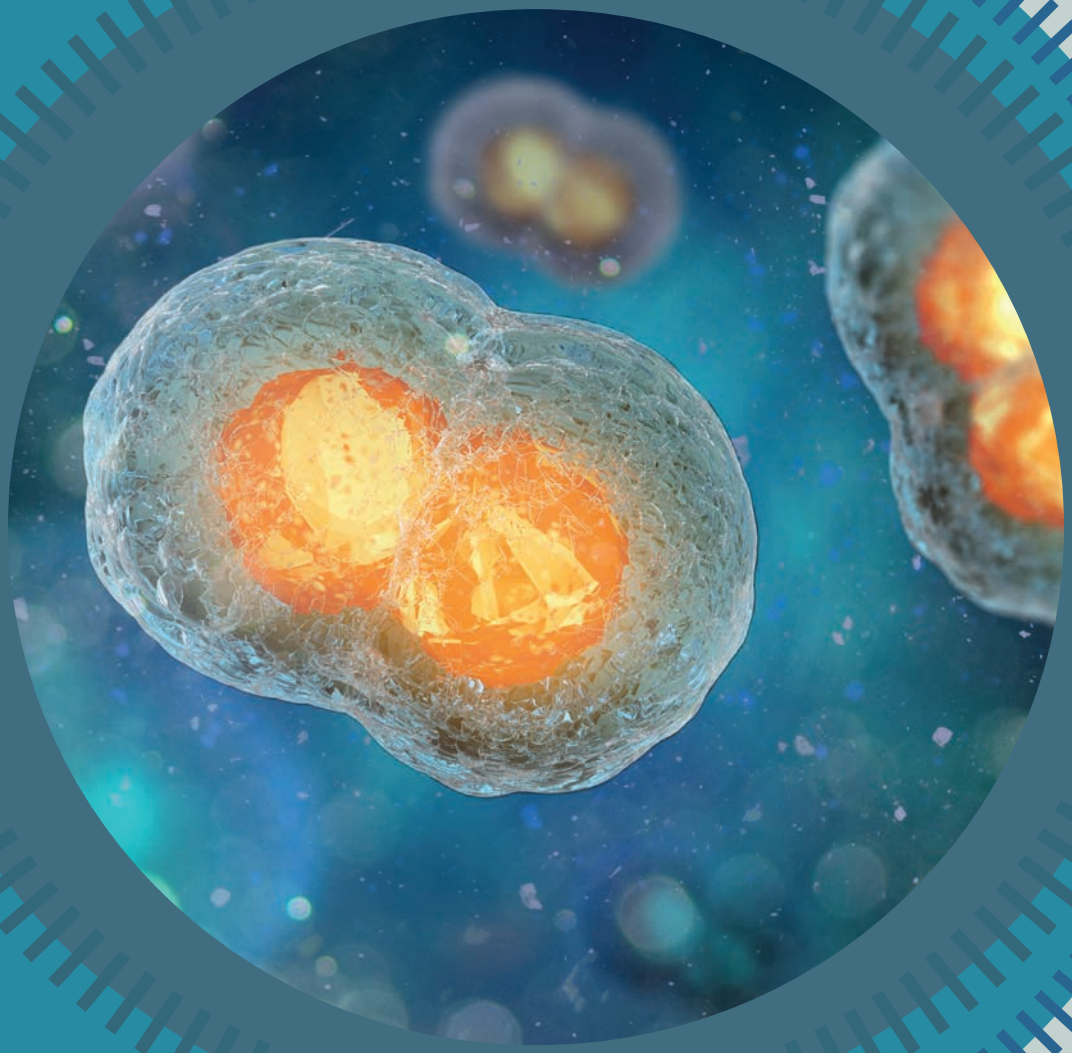
A) I ve II B) II ve III C) I, II ve III D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

44. Trofik düzeyle ilgili

I. Canlıların beslenme ilişkisini gösteren her katman, o canlının trofik düzeyini ifade eder.
II. Bir canlının besin çeşidi bakımından bulunduğu konumu gösterir.
III. Tüketici canlıların tamamı ikinci trofik düzeyde yer alır.
IV. Üretici canlıların tümü birinci trofik düzeyde yer alır.

verilenlerden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) II ve III C) I, II ve III D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV



1. ÜNİTE

HÜCRE BÖLÜNMELERİ

1.1. MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME

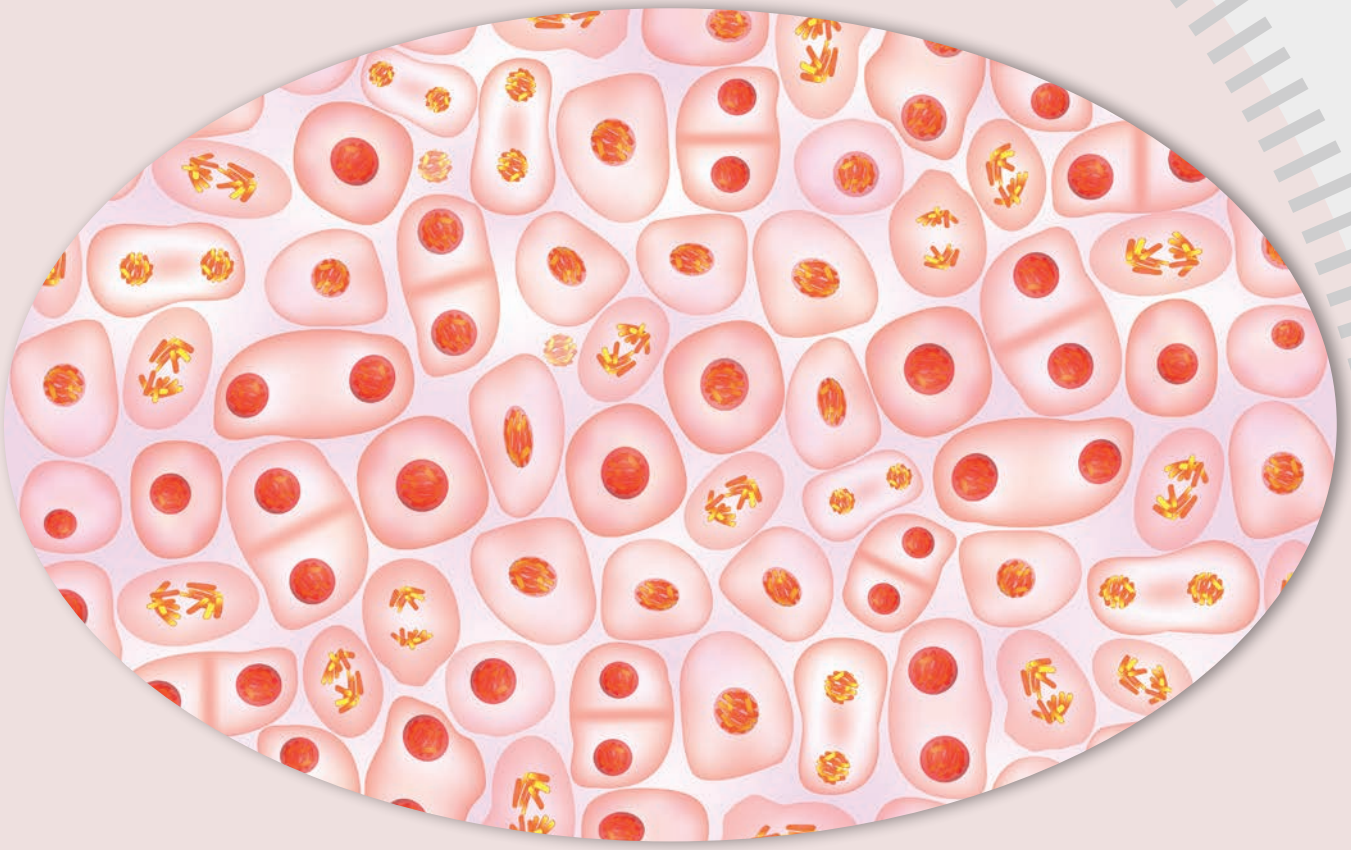
1.2. MAYOZ VE EŞEYLİ ÜREME

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Canlılarda hücre bölünmesinin gerekliliğini, mitozu, hücre bölünmesinin kontrolünü ve bu durumun kanserle ilişkisini, eşeysiz üreme ve çeşitlerini, mayozu ve eşeyli üremeyi öğreneceksiniz.

1. BÖLÜM

MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME



ANAHTAR KAVRAMLAR

Hücre bölünmesi

Eşeysiz üreme

İnterfaz

Kanser

Mitoz

HAZIRLIK SORULARI

1. Hücredeki bölünme hızı, insan vücudundaki farklı hücreler arasında değişiklik gösterir. Vücuttaki hücrelerin hangileri daha hızlı, hangileri daha yavaş bölünür? Neden?

2. Komşunuzda gördüğünüz ve beğendiğiniz bir Afrika menekşesinin aynısını yetiştirmek isteseniz nasıl bir yol izlersiniz?

3. Dünyada meme kanseri, her yıl artış göstermesine rağmen bu kansere bağlı ölüm oranının her geçen gün azalmasını nasıl açıklarsınız?

1.1. MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME

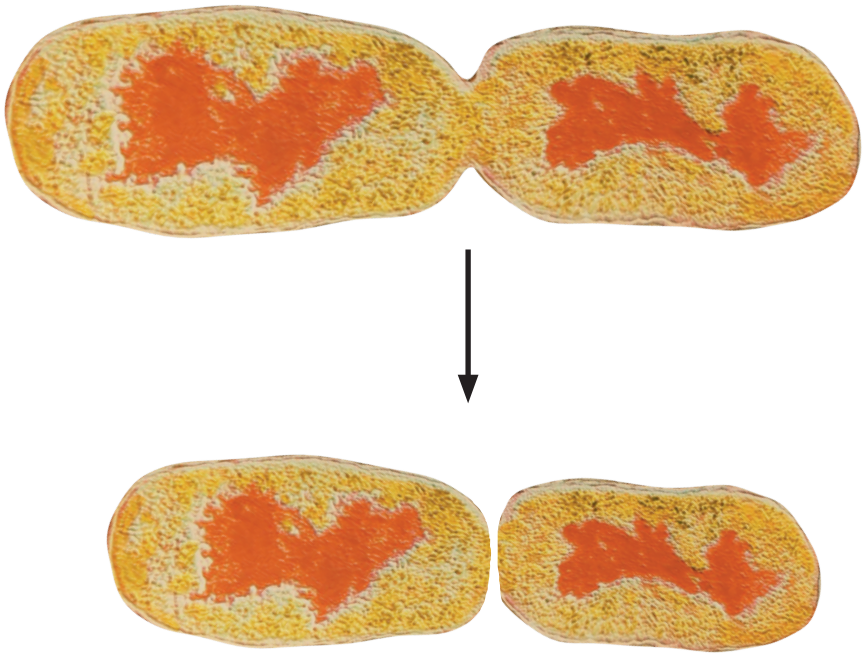
Sevgili öğrenciler, 10. sınıfa gelinceye kadar hücre ile ilgili birçok kavram öğrendiniz. “Hücre nedir?” sorusuna birçoğunuz “Canlının en küçük yapı ve işlev birimidir.’’ cevabını verirsiniz.

Hücre ile ilgili neler biliyorsunuz? Hücre neden bölünür? Hücrede kalıtımla ilgili özellikler, yavru hücrelere nasıl aktarılır? Buna benzer soruların cevaplarını önceki bilgilerinize dayanarak bulmaya çalışınız.

Canlılar bir ya da daha fazla hücreden meydana gelir. Her yeni hücre, daha önce var olan hücrelerin bölünmesi sonucu oluşur. Hücre bölünmesi; çok hücreli canlıların yaşam döngüsünde, birçok dokuda gerçekleşen bir olaydır.

Hücre bölünmesinin hızı, her canlıda farklılık gösterebilir. Aynı canlının farklı dokularında bulunan hücreler bile görevlerine ve yaşamsal özelliklerine göre farklı bölünme hızına sahiptir. Örneğin insanda ağız içi epitel hücreleri, bağırsağın iç yüzeyini döşeyen epitel hücreleri, kemik iliğini oluşturan hücreler hızlı bölünür. Özelleşmiş, farklılaşmasını tamamlamış olan sinir, retina ve kas hücreleri ile üremede görev alan sperm ve yumurta hücreleri bölünemez. Karaciğer hücreleri, yalnızca hücre kayıpları olduğunda yenilerini oluşturulabilmek için bölünür. Bitkilerde ise büyümeyi sağlayan doku hücreleri dışındaki birçok hücre, bölünme yeteneğini kaybetmiştir.

Hücre bölünmeleri sayesinde hücrelerin hacim/yüzey oranı dengede tutulur. Hücre bölünmeleri; çok hücreli canlılarda yıpranan doku ve organların onarımını sağlar, büyümeyi gerçekleştirir ve üreme hücrelerinin üretilmesini sağlar. Tek hücreli canlılarda ise hücre bölünmesi ile çoğalma sağlanır. Prokaryot hücreler, basitçe ikiye bölünerek çoğalırken (Görsel 1.1) ökaryot hücreler ise mitoz ile çoğalır.

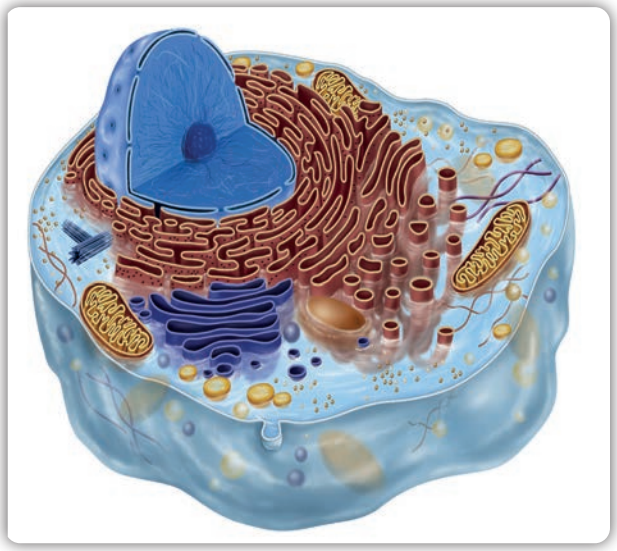


Görsel 1.1: Prokaryot bir hücrenin ikiye bölünmesi bir üremedir.

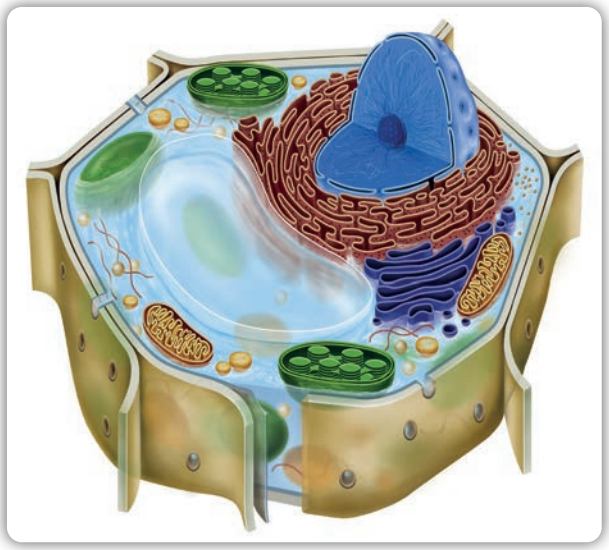
BİLGİ KUTUSU

İnsandaki deri epitel hücreleri, sürekli dökülüp yenilenmektedir. Kaybedilen deri epitel hücreleri, hücre bölünmeleri ile yeniden oluşur.

1.1.1. HÜCRE BÖLÜNMESİNİN GEREKLİLİĞİ



Hayvan hücresi



Bitki hücresi

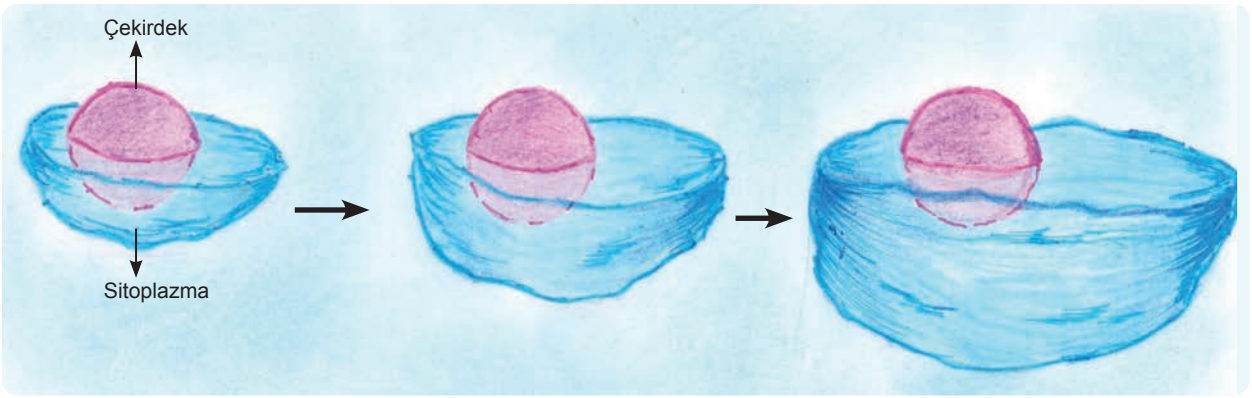
Hücre Neden Bölünür?

Yüzey/Hacim Oranının Bozulması

Her hücrenin bir yaşam döngüsü vardır. Bu döngü sırasında hücreler büyür. Hücre büyüdükçe sitoplazma miktarı artar. Hücrede hacim (sitoplazma) artışı, yüzey (hücre zarı) artışından daha fazla olduğu için yüzey/hacim oranı bozulur. Böylece hücre zarındaki madde alışveriş hızı, sitoplazmanın gerekli besin ve oksijen ihtiyacını karşılayamaz hâle gelir. Atık maddelerin dışarı atılması zorlaşır. Bu durumda hücre, hacmine oranla yüzeyini artırmak için bölünür.

Çekirdek/Sitoplazma Oranının Bozulması

Hücre bölünmesi, çekirdeğin denetiminde gerçekleşen programlı bir olaydır. Aynı zamanda hücrede gerçekleşen metabolik faaliyetler de çekirdeğin kontrolündedir. Hücre büyüdükçe hücrenin çekirdek/sitoplazma oranı bozulur (Görsel 1.2), çekirdeğin metabolizma faaliyetlerini denetlemesi zorlaşır. Çekirdeğin yeniden eski kontrol gücüne ulaşabilmesi için hücre bölünür.

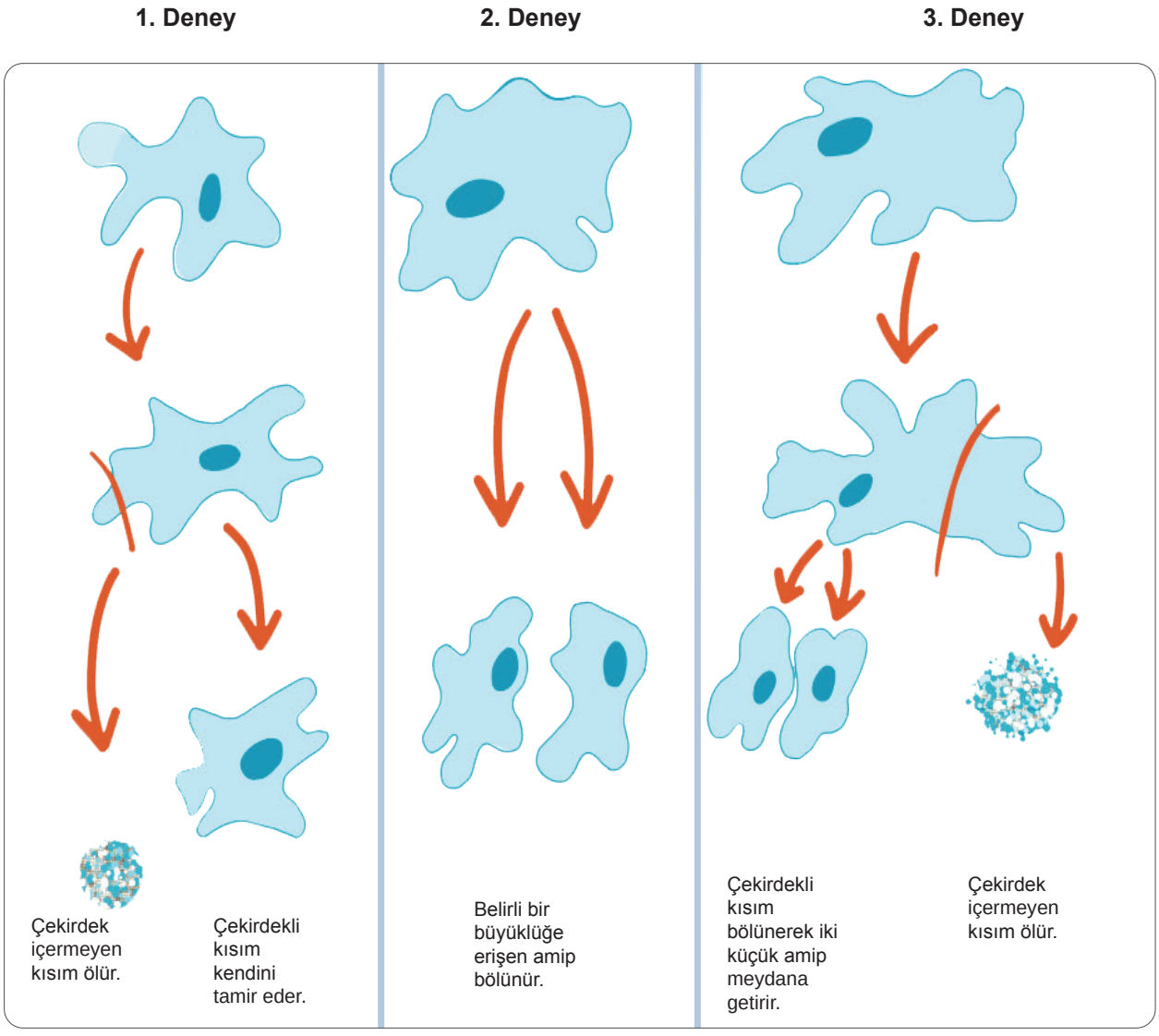


Görsel 1.2: Hayvansal hücrede çekirdeğe oranla fazla büyüyen sitoplazma

DNA'nın Kendini Eşlemesi

Hücrede hacim/yüzey oranı ve çekirdek/sitoplazma oranı bozulduğunda çekirdekte bulunan DNA molekülü, hücreye bölünme emrini verir ve DNA, kendini eşlemeye başlar. Hücre, eşlenme tamamlandıktan sonra bölünmeyi durduran bir uyarı gelmediği sürece bölünmesini tamamlar. DNA'nın kendini eşlemesi, bölünme sonucu oluşacak hücrelere kalıtım materyalinin eşit şekilde aktarılmasını sağlar.

Hücre bölünmesi, hücre belli bir büyüklüğe ulaştıktan sonra çekirdeğin denetiminde gerçekleşir. Bu durum, amipler üzerinde yapılan deneylerle ispatlanmıştır (Görsel 1.3).



Görsel 1.3: Hücre bölünmesinin çekirdeğin kontrolünde gerçekleştiğini belirlemek için amiple yapılan deneyler

1. Deney

Bölünme olgunluğuna gelmemiş (DNA'sını eşlememiş) amip hücresinin sitoplazmasından bir miktar kesildiğinde çekirdeğin bulunduğu bölge, eksilen sitoplazma kısmını onarır. Ancak belli bir büyüklüğe ulaşmadığı için bölünmez. Çekirdeksiz bölge ise ölür.

ARAŞTIRINIZ

Bir hücrede bölünme emri verilip DNA eşlendikten sonra bölünmesini durdurabilen hücreler var mıdır?

2. Deney (Kontrol Grubu)

Bölünme olgunluğuna gelmiş (DNA'sını eşlemiş) amibe herhangi bir müdahale yapılmadığında amibin normal sürede bölündüğü görülür.

3. Deney

Bölünme olgunluğuna gelmiş amip hücresinin sitoplazmasından bir miktar kesildiğinde çekirdeksiz kısım ölür. Çekirdekli kısım ise bölünür.

Sonuç

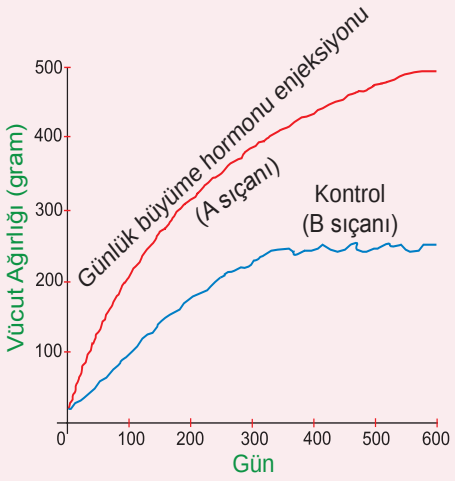
Sitoplazma ile çekirdek arasındaki oran belirli bir sınırı aştıktan sonra çekirdekten bölünme emri verilir. Bu emir verildikten sonra sitoplazmanın kesilmesi bile bölünmeyi durduramaz. Sonuç olarak hücreye bölünme emrini veren merkez, çekirdektir.

BİLİYOR MUSUNUZ?

Bazı hormonlar, hücreleri büyüme ve bölünme için uyarır. Örneğin insanda hipofiz bezinden salgılanan büyüme hormonu sayesinde uyarılan hücreler, büyür ve bölünür. Hücre sayısındaki bu artış, büyümeyi sağlar. Çocukluk çağında büyüme hormonu fazla salgılanırsa devlik, az salgılanırsa cücelik görülür.

Büyüme hormonu, vücutta büyüme yeteneğine sahip hemen hemen tüm dokularda hücrelerin büyümesini ve bölünmesini sağlar. Metabolik işlevleri artırır. Kas, kemik gibi dokularda hücrelerin farklılaşmasında ve gelişmesinde rol oynar.

Grafik 1.1'de günlük büyüme hormonu enjekte edilen sıçan, normal sıçanla ağırlık artışı yönünden karşılaştırılmaktadır. Grafikteki eğriler, büyüme hormonunun büyümeyi çok hızlandırdığını göstermektedir.



Grafik 1.1: Doğumdan itibaren günlük büyüme hormonu enjekte edilen ve edilmeyen iki sıçanın ağırlık artışının karşılaştırılması

Hücre Bölünmeleri

Hücre ile ilgili çekirdek, kromatin, kromozom, homolog kromozom, kardeş kromatit, sentromer, kinetokor, diploit hücre ve haploit hücre gibi kavramları bilmek hücre bölünmelerini daha iyi kavramanızı sağlayacaktır.

Çekirdek, hücrenin denetim ve yönetim merkezidir. Hücrede meydana gelen metabolik olayların tümü çekirdeğin denetiminde gerçekleşir. Çekirdeğin içinde yer alan DNA, genetik bilgileri bölünme sayesinde yeni oluşan hücrelere aktararak kalıtsal devamlılığı sağlar. Çekirdeği olmayan ya da çıkartılan ökaryot hücre, bölünemez ve uzun süre yaşayamaz.

Bölünme evresinde olmayan hücrelerde çekirdek sıvısı içinde ağ şeklinde bulunan DNA ve proteinlerden oluşmuş kalıtım materyaline **kromatin** adı verilir.

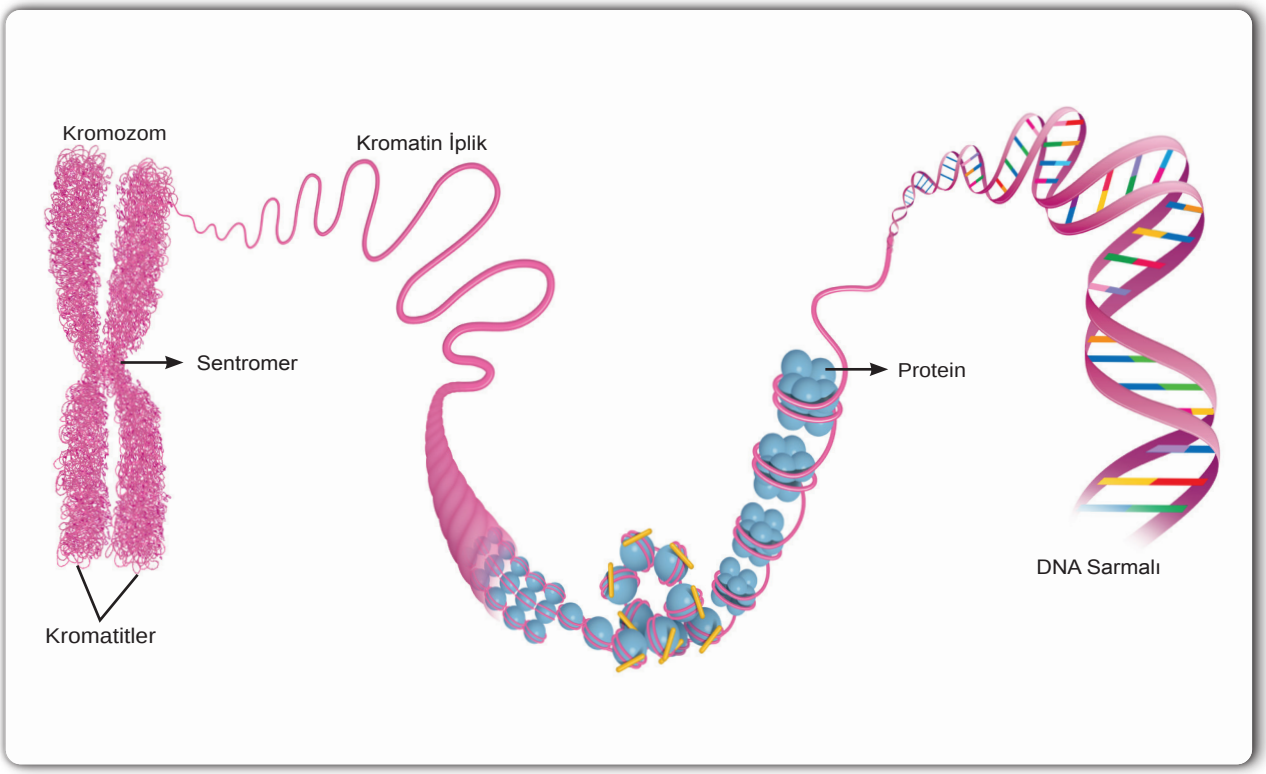
Hücre, bölünme evresinden önce DNA'sını eşler. Bölünme sırasında kromatin iplikler kıvrılıp katlanır ve yoğunlaşarak **kromozomları** oluşturur (Görsel 1.4).

Bölünme ile genlerin yeni oluşacak hücrelere eşit ve hatasız aktarılması, karmaşık olan DNA moleküllerinin kromozomlar hâlinde paketlenmesiyle mümkündür. Bir türe ait canlıların kromozom sayısı, kural olarak aynıdır. Örneğin sağlıklı her insanın vücut hücrelerinin kromozom sayısı 46'dır. Bunun yanı sıra bazı farklı türlerin kromozom sayısı da aynı olabilir. Örneğin insanın, kurtbağrı bitkisinin ve moli balığının kromozom sayısı 46'dır. Kromozom sayısının az ya da çok olması ile canlının gelişmişliği arasında bir ilişki yoktur. Önemli olan kromozomlar üzerinde bulunan genlerin canlıya kattığı niteliklerdir.

BİLGİ KUTUSU

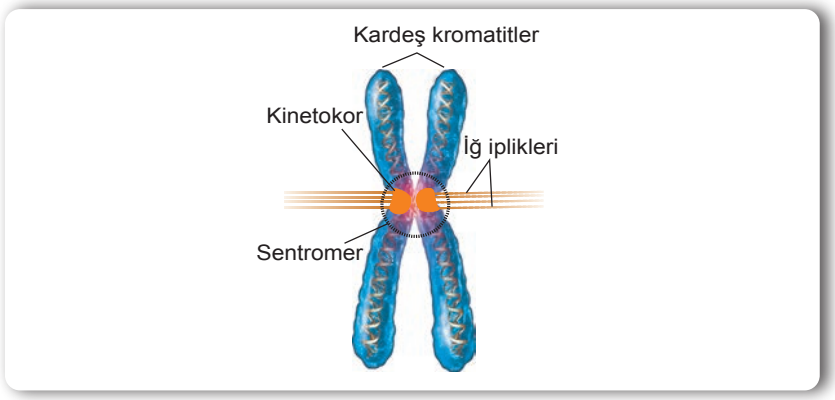
Her canlı türü kendine özgü sayı ve yapıda kromozomlara sahiptir.
Farklı türlere ait hücrelere ait kromozom sayıları

Tür adı	2n
İnsan	46
Kurtbağrı bitkisi	46
Moli balığı	46
Siyez buğdayı	14
Ev kedisi	38
Ev köpeği	78
Sirke sineği	8
Eğrelti otu	500



Görsel 1.4: Kromozom, kromatit, kromatin iplik, DNA

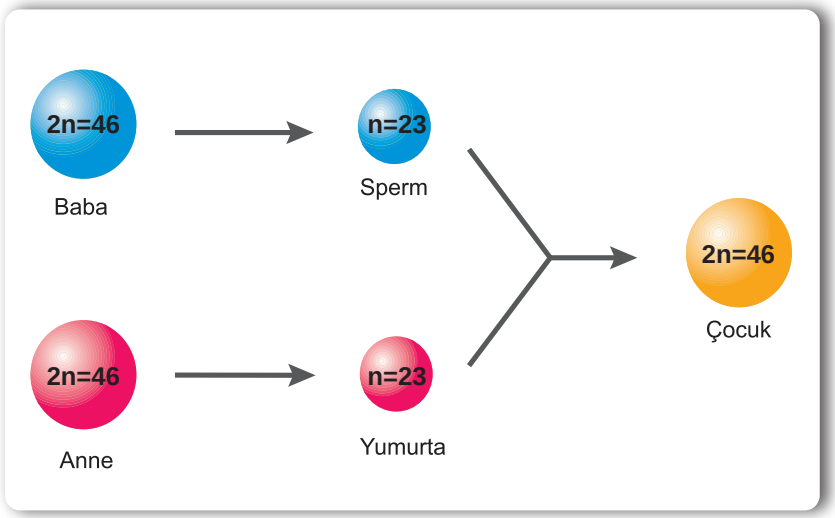
Kromozomlar, diploit hücrelerde birbirinin homoloğu şeklinde bulunur. Biri anneden diğeri babadan gelen, şekil ve büyüklük bakımından birbirine eşit olan, aynı kalıtsal özellikleri kontrol eden genleri taşıyan kromozomlara **homolog kromozomlar** denir. Bölünmeye hazırlanan hücrede her kromatin kendisini kopyalar. Kopyalanmış ikiz kromatinlerden her biri **kromatit** olarak adlandırılır. Kromozumu oluşturan ve genetik açıdan birbirinin kopyası olan bu kromatitlere **kardeş kromatitler** denir. Kromozomlarda kardeş kromatitlerin birbirlerine en yakından tutunduğu bölgelere **sentromer** denir. Her kromatit için iğ ipliklerinin bağlandığı sentromer bölgesindeki özel protein yapılara ise **kinetokor** adı verilir (Görsel 1.5).



Görsel 1.5: Eşlenmiş kromozomun yapısı

Kromozomları homolog çiftler hâlinde bulunduran (iki takım kromozom taşıyan) hücrelere **diploit hücre** denir, **2n** ile gösterilir. İnsanda deri, karaciğer ve pankreas gibi vücut hücreleri ile eşey ana hücreleri diploit hücrelerdir. Kromozomları homolog çiftler hâlinde bulundurmayan (tek takım kromozom taşıyan) hücrelere ise **haploit hücre** adı verilir ve **n** ile gösterilir. İnsandaki yumurta ve sperm hücreleri, haploit hücrelerdir.

İnsan vücut hücrelerinde 46 kromozom (2n = 46) bulunur. İnsandaki sperm ve yumurta hücreleri ise 23 kromozom (n = 23) taşır. Homolog kromozom çiftini oluşturan kromozomların biri anneden diğeri babadan gelir (Görsel 1.6).

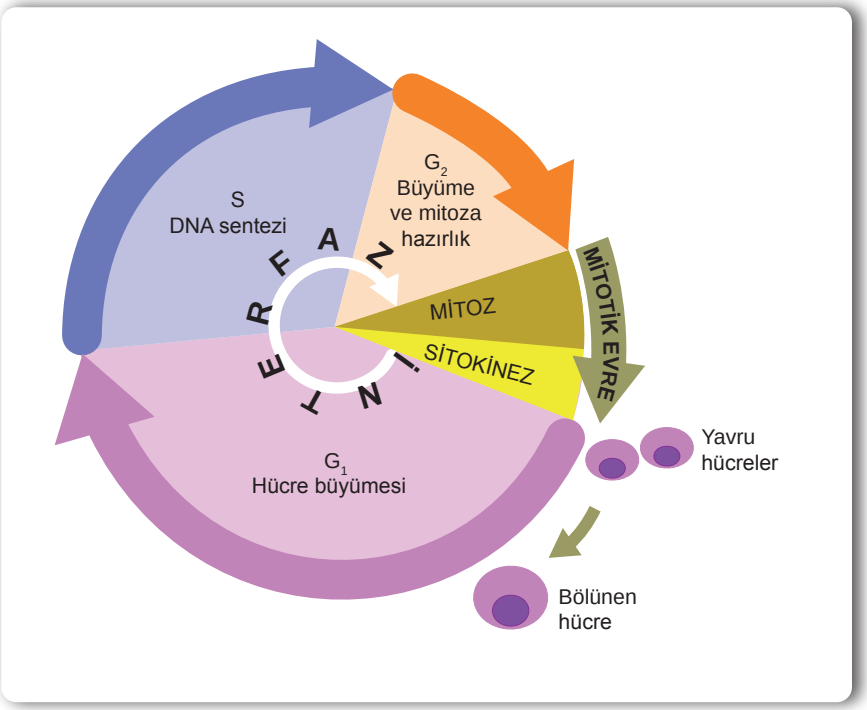


Görsel 1.6: Homolog kromozom çiftlerinin bir araya gelmesi

Hücre Döngüsü

Bölünme sonucu oluşmuş yeni bir hücreden iki yeni hücre oluşuncaya kadar geçen zaman aralığında gerçekleşen ve birbirini takip eden olaylar bütününe **hücre döngüsü** denir. Hücre döngüsünün süresi, her canlıda ve canlının farklı doku hücrelerinde değişiklik gösterebilir.

Hücre döngüsü, birbirini takip eden iki evreden oluşur. Bu evreler, oldukça uzun süren interfaz ve kısa bir bölünme süreci olan mitotik evredir (Görsel 1.7).



Görsel 1.7: Hücre döngüsü

BİLGİ KUTUSU

- Hücre döngüsü, özel proteinlerle kontrol edilir.
- Mitozun süresi, dokudan dokuya ve yaşa bağlı olarak değişebilir.
- Embriyonik hücrelerde DNA eşlenir ve hücre büyümeden hemen bölünür. Böylece kısa sürede hücre sayısı hızla artar.
- Derinin epitel hücresi, 24 saatte bir bölünür.
- Farklılaşmasını tamamlamış sinir hücreleri ve gözdeki retina hücreleri bölünmez.

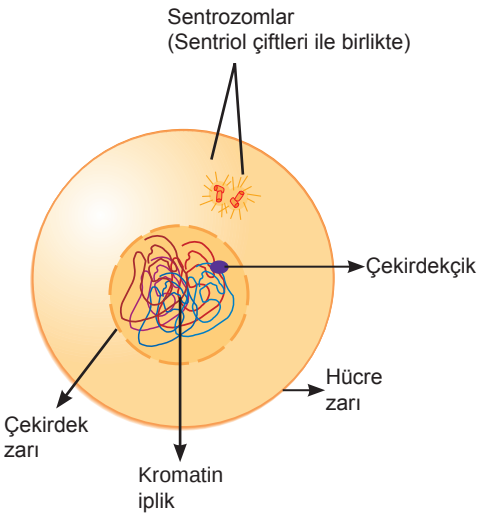
İnterfaz

Ökaryot bir hücrenin yaşamsal faaliyetlerini devam ettirdiği, büyüdüğü ve bölünme için gerekli hazırlıklarını yaptığı sürece **interfaz** denir (Görsel 1.8). İnterfaz, hücre döngüsünün en uzun evresidir. Bir hücrenin yaşamının %90'ı interfaz aşamasında geçer. İnterfaz; **G_1, S ve G_2** olmak üzere üç evrede gerçekleşir.

G_1 evresinde metabolik faaliyetler hızlanır. Hücrede protein sentezi, farklılaşma, büyüme ve hücre organellerinin sayısının artması gibi olaylar gerçekleşir.

S evresinde genetik materyalin (DNA) kopyalanması olayı görülür.

G_2 evresinde hücre daha çok büyür. İnterfazda çekirdek belirgindir. Bir ya da daha fazla çekirdekçik ayırt edilebilir. Tek bir sentrozomun kopyalanmasıyla iki sentrozom oluşur. Her sentrozom iki sentriyol içerir. Sentrozomlar hayvan hücrelerinde iğ ipliklerini organize eder. Genetik bilginin aktarımını sağlayacak kromozomlar, kromatin hâlinde olduklarından henüz belirgin değildir. İnterfaz tamamlandıktan sonra mitotik evre başlar.



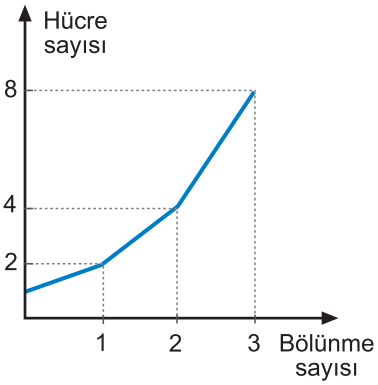
Görsel 1.8: İnterfaz

Mitotik evre, mitoz (çekirdek bölünmesi: karyokinez) ve sitoplazma bölünmesi (sitokinez) olmak üzere iki aşamada gerçekleşir.

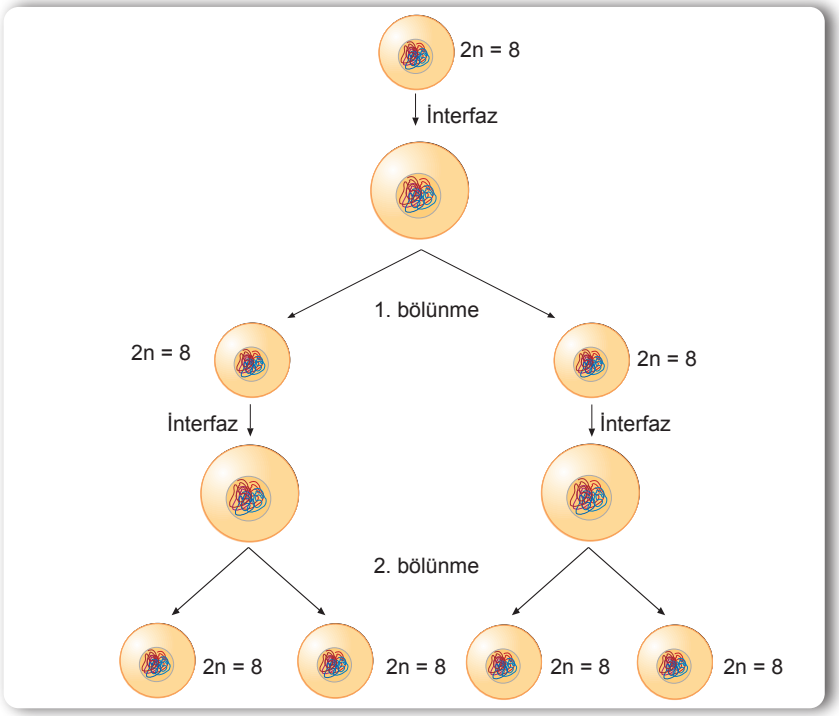
1.1.2. MİTOZ

Sizi ara sıra gören kişilerin "Ne kadar da büyümüşsün, delikanlı olmuşsun." veya "Büyümüş, genç kız olmuşsun." dediğini duymuşsunuzdur. Aynaya baktığınızda siz de kendinizde çeşitli fiziksel değişiklikler görürsünüz. Boyunuz uzamış, yüz hatlarınız çocukluktan çıkmış, ağırlığınız artmıştır. Büyüme ve gelişme dediğimiz bu değişiklikler, mitoz sonucu gerçekleşir. Mitoz; haploit (n), diploit (2n) ve triploit (3n) hücrelerde gerçekleşebilen bir bölünmedir. Mitoz, ökaryot tek hücreli canlılarda üremeyi; çok hücreli canlılarda ise üreme, büyüme, gelişme ve onarımı sağlar. Mitoz, eşeyli üreyen çok hücreli canlılarda zigot oluşumundan canlının ölümüne kadar devam eder.

Sağlıklı bireylerde vücut hücrelerinin çekirdeğindeki kromozom sayısı ve DNA miktarı sabittir. Mitoz sırasında ana hücre, DNA'da bulunan genetik bilginin tam bir kopyasını oluşturarak bunu yeni oluşacak yavru hücrelere aktarır. Mitoz sonucunda bir hücrenin bölünmesiyle iki yeni hücre meydana gelir. Oluşan hücrelerin kromozom sayısı ve genetik yapısı ana hücre ile aynıdır. Mitozun en önemli özelliği, genetik yapının değişmemesidir. Bunun nedeni, anafazda birbirinin kopyası olan kardeş kromatitlerin ayrılması olayıdır. Ancak oluşan yeni hücrelerin sitoplazma miktarı ve organel sayısı farklı olabilir. Mitoz sonucu oluşan hücre sayısı 2^n formülüyle hesaplanır. Burada n bölünme sayısıdır. Örneğin bir hücrenin arka arkaya 3 kez mitoz geçirmesi sonucu 2^3 (2 x 2 x 2) = 8 yeni hücre oluşur (Grafik 1.2). Oluşan hücrelerin kromozom sayısı ve genetik yapısı ana hücreyle aynı kalır (Görsel 1.9).



Grafik 1.2: Mitozda bölünme sayısına bağlı olarak oluşan hücre sayısı



Görsel 1.9: Bir hücre art arda mitoz geçirirse hücre sayısı artar.

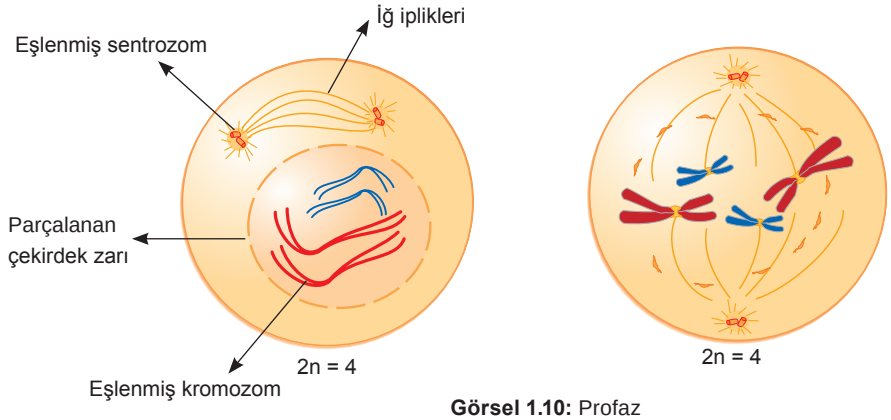
Mitozun Evreleri

Profaz

- Profaz, mitozun ilk evresidir.
- Mitoz sırasında kromatin iplikler kıvrılıp katlanır ve yoğunlaşarak kromozomları oluşturur. Kromozomların her birinde iki tane birbirinin kopyası olan kromatit bulunur.
- Çekirdekçik kaybolur, çekirdek zarı parçalanır.
- Sentrozomlar ve bunların uzantısı mikrotübüllerden iğ iplikleri oluşur. Sentrozomlar, arasında bulunan mikrotübüllerin uzaması ile birbirinden uzaklaşır (Görsel 1.10). Bitki hücrelerinde sentrozom bulunmadığı için iğ iplikleri, sitoplazmadaki organize olmuş protein yapılı mikrotübüllerden oluşur. Bazı mikrotübüller, kinetokorlara tutunarak kromozomları zıt kutuplara doğru birbirinden uzaklaştırmaya başlar.

BİLGİ KUTUSU

Profazda oluşan iğ ipliklerinin bir kısmı kinetokorlara bağlanır.



Görsel 1.10: Profaz

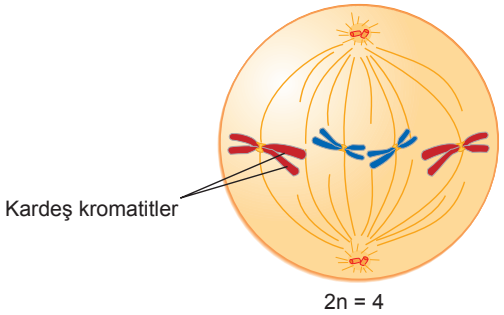
Metafaz

- Kinetokorlarından iğ ipliklerine bağlanmış kromozomlar, hücrenin ekvator düzleminde tek sıra hâlinde yan yana dizilir (Görsel 1.11).
- Metafaz, kromozomların mikroskopta en belirgin görüldüğü evredir. Bu evrede kromozomların fotoğrafı çekilerek karyotip oluşturulabilir ve kromozom sayısındaki ve yapısındaki anormallikler bu evrede belirlenebilir.

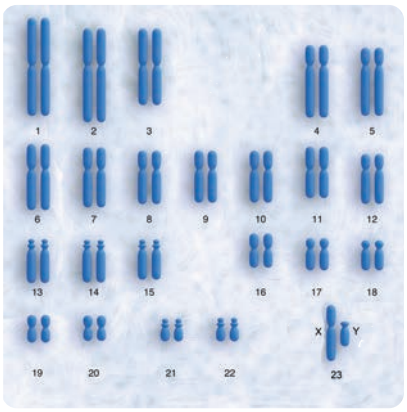
ARAŞTIRINIZ

Kromozom sayısındaki anormalliklere neden olan olaylar nelerdir?

Karyotip; kromozomların uzunluk, bant ve sentromer konumu gibi özellikleri dikkate alınarak sınıflandırılıp dizilmesiyle elde edilen fotoğraftır (Görsel 1.12). Karyotip, Down sendromu gibi kromozom anormalliklerinin neden olduğu hastalıkların teşhisinde kullanılır.



Görsel 1.11: Metafaz



Görsel 1.12: Sağlıklı erkek bireydeki karyotip

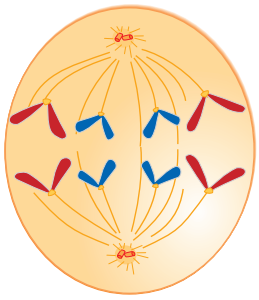
BİLGİ KUTUSU

Anafazda kromozomların sentromer bölgesindeki kinetokorlar, aynı anda belirgin olarak ikiye bölünür. Kromatitler, sentromer noktalarından başlayarak birbirinden ayrılır. Kinetokorlara bağlı iğ iplikleri sayesinde kardeş kromatitler, zıt kutuplara hareket etmeye başlar. Kinetokorlara bağlı olmayan iğ ipliklerinin hareketi, hücre boyunun uzamasını sağlar.

Anafaz

- Anafazda kardeş kromatitler birbirinden ayrılır.
- Kutuplara çekilen her kromatit **yavru kromozom** adını alır.

Kinetokorlara bağlı olmayan mikrotübüllerin uzaması nedeniyle hücrelerin boyu uzar. Anafaz sonunda hücrenin her iki ucu eşit sayıda kromozoma sahip olur (Görsel 1.13). Anafazda kardeş kromatitlerin ayrılması, kromozom sayısı ve yapısı aynı olan hücrelerin meydana gelmesini sağlar.

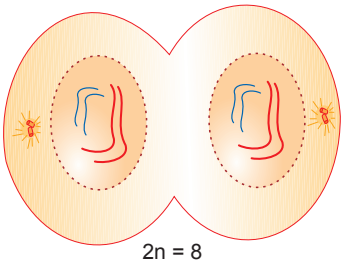


2n = 8

Görsel 1.13: Anafaz

Telofaz ve Sitokinez

- Hücre içinde iki yavru çekirdek oluşur.
- Kromozomlar, incelip uzayarak kromatin iplik hâlini alır.
- Çekirdekçik tekrar belirgin hâle gelir. İğ mikrotübülleri yıkılır. Mitoz yani bir çekirdeğin genetik olarak özdeş iki çekirdeğe bölünme işlemi artık tamamlanmıştır (Görsel 1.14).



2n = 8

Görsel 1.14: Telofaz ve sitokinez

- Sitoplazma bölünmesi (sitokinez), genellikle geç telofazda başlar. Çekirdek bölünmesinin bitiminden kısa süre sonra iki yavru hücre ortaya çıkar.
- Hayvan hücreleri, hücre zarının iki yanından ve dıştan içe doğru boğumlanarak bölünür. Boğumlanma, sitoplazmadaki protein yapılı mikrofilamentlerin kasılması sayesinde gerçekleşir. Ana hücre, her birinde bir çekirdek olan iki hücreye ayrılır (Görsel 1.15).
- Bitki hücrelerinde selüloz çeper bulunduğundan hücre zarı boğumlanma yapamaz. Bitki hücrelerinde bir hücre plağı sentezlenir ve bu plağın metafaz plağı bölgesi boyunca uzanması ile sitoplazma bölünür.

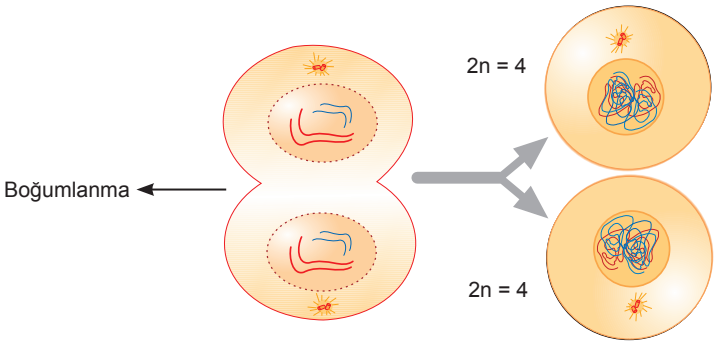
ARAŞTIRINIZ

İnsan vücudunda hücre bölünmeleri ile üretilen yeni hücrelerin kromozom sayısı hep aynı mıdır?

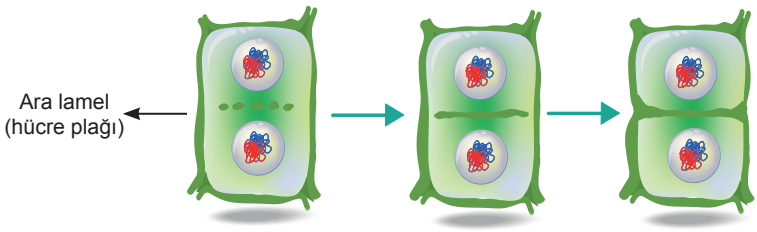
- Plak oluşumu; hücrenin ortasından başlar, zara değinceye kadar devam eder ve iki çekirdeği birbirinden ayırır (Görsel1.16).

BİLGİ KUTUSU

Mitoz sonucu oluşan hücrelerin genetik yapısının farklı olmasının sebebi mutasyonlardır.



Görsel 1.15: Hayvan hücresinde sitokinez



Görsel 1.16: Bitki hücresinde sitokinez

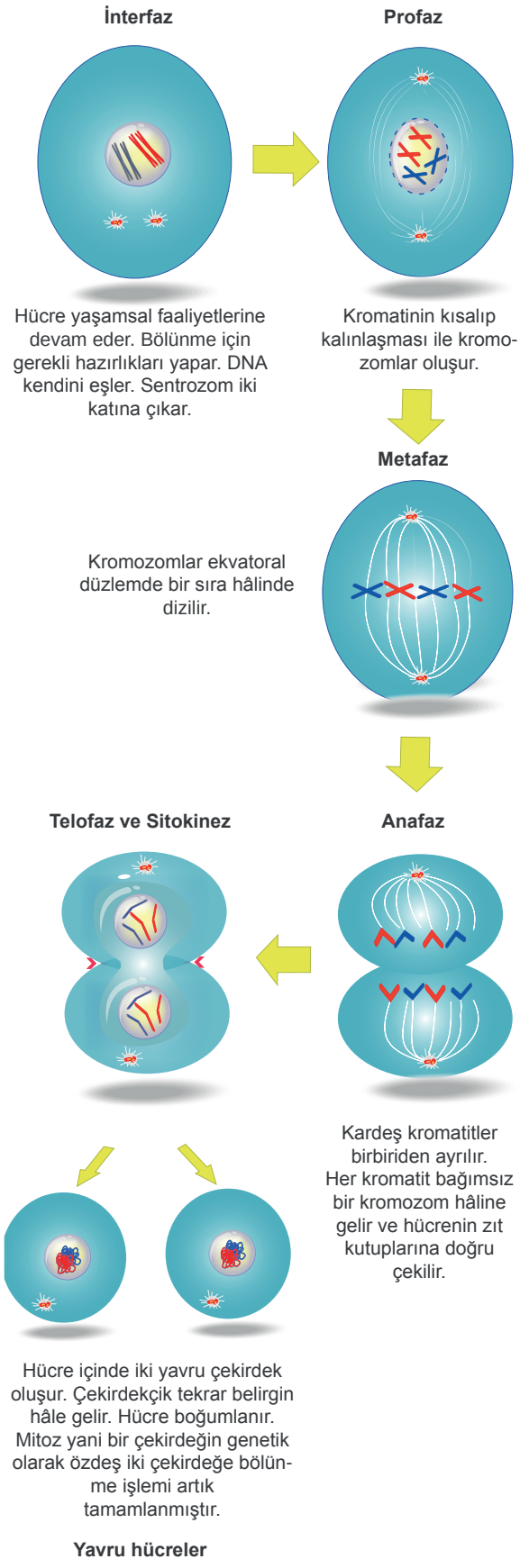
BİLİYOR MUSUNUZ?

Bazı hücrelerde çekirdek bölünmesi olur ancak sitoplazma bölünmesi olmaz. Çekirdek bölündükten sonra sitoplazma bölünmediği için çok çekirdekli hücreler oluşur.

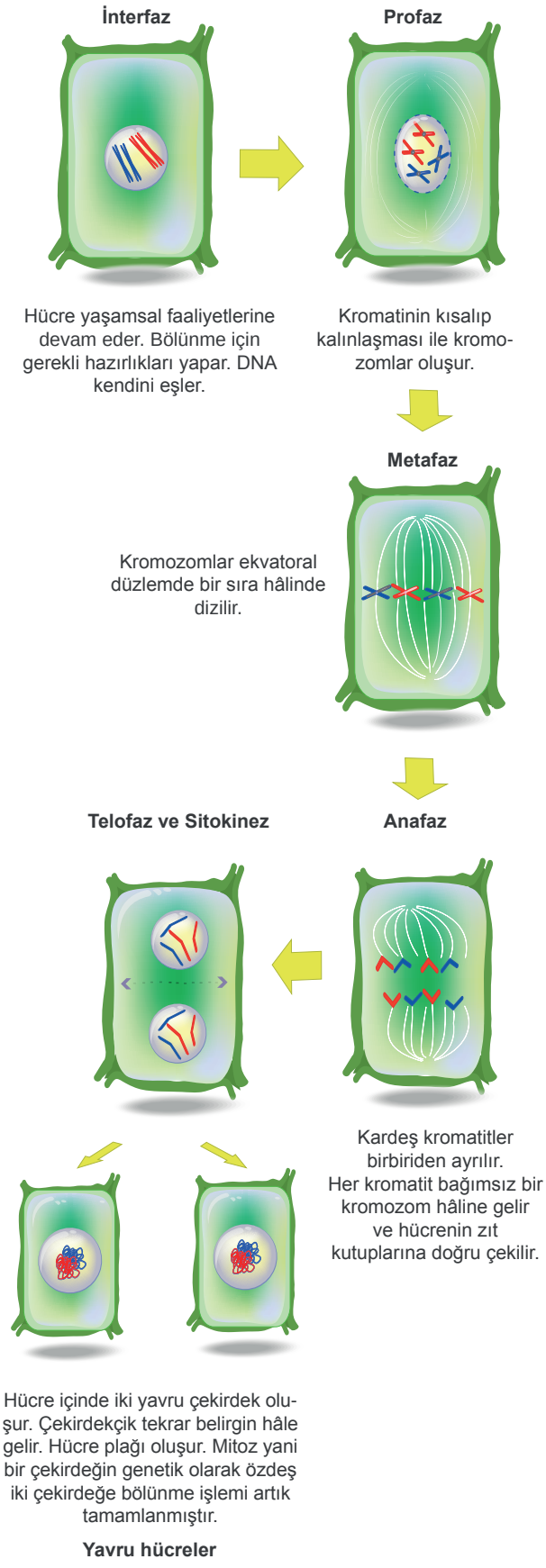
Eşeyli üreyen bitkilerde polen hücrelerinin iki çekirdekli olması, bu duruma örnek gösterilebilir.

Bitki ve Hayvan Hücrelerinde Mitozda Görülen Farklılıklar

	BİTKİ HÜCRESİ	HAYVAN HÜCRESİ
Sitoplazma Bölünmesi	Hücre plağı oluşumuyla gerçekleşir.	Hücre zarının boğumlanması sonucu gerçekleşir.
İğ İpliklerinin organize edilmesinde	Hücre içinde organize olmuş mikrotübül yapıda proteinler görevlidir.	Sentrozomlar görevlidir.



Görsel 1.17: Hayvan hücresinde mitozun infografik gösterimi



Görsel 1.18: Bitki hücresinde mitozun infografik gösterimi

ETKİNLİK

Etkinlik No. : 1.1

Araç Gereç

- Kendi belirlediğiniz araç gereci kullanınız.

Etkinliğin Adı: Mitozu açıklayan bir ürün veya elektronik sunu

Etkinliğin Amacı: Mitozu bir ürün ya da elektronik sunumla açıklamak.

Etkinliğin Süresi: Sunum ve tartışma için verilen süre 1 ders saati

Uygulama

- Sınıfta dörder kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Grup arkadaşlarınızla aranızda görev paylaşımı yapıp yardımlaşarak çalışınız.
- Çalışma grubunuzla kendi belirlediğiniz araç gereci kullanarak mitozu açıklayan bir ürün oluşturunuz ya da sunu için gerekli olan bilgisayar programlarını kullanarak mitozu elektronik sunu (animasyon, video vb.) şeklinde hazırlayınız.

Sonuçlandırma

1. Hazırladığınız ürünü ya da sunuyu sınıf içinde arkadaşlarınızla paylaşınız.

.....

2. Mitozun özellikleri nelerdir? Arkadaşlarınızla tartışınız.

.....

SIRA SİZDE

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

Hayvan hücrelerinde ..... bulunmadığı için sitoplazma bölünmesi hücre zarının ..... ile gerçekleşir. Bitki hücrelerinde ..... olduğundan sitoplazma bölünmesi sırasında Golgi aygıtının oluşturduğu .....ile bölünür. Bitki ve hayvan hücrelerinde mitoz sırasında ..... belirginleşmesi, ... oluşumu ve ..... bölünmesi ortak olarak gerçekleşir.

ETKİNLİK: Deney

Etkinlik No. : 1.2

Etkinliğin Adı: Mitozun Evreleri

Etkinliğin Amacı: Soğan kök hücrelerinde mitoz bölünmeyi gözlemlemek.

Ön Hazırlık: Bir kuru soğanı, su dolu bir bardağa kök kısmı suya değecek şekilde yerleştiriniz. 4-5 gün soğanın köklerinin uzamasını bekleyiniz.

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Araç Gereç

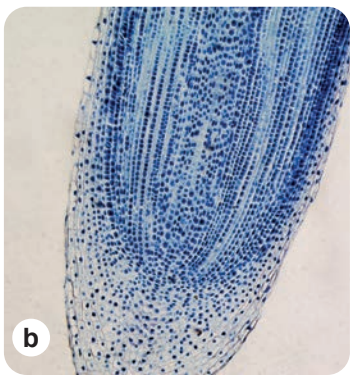
- Mikroskop
- Köklendirilmiş kuru soğan
- Bardak ya da beher
- Lam ve lamel
- Petri kabı
- Asetoorsein veya asetokarmin boyası
- Bisturi
- Pens
- Su
- Damlalık
- İspirto ocağı

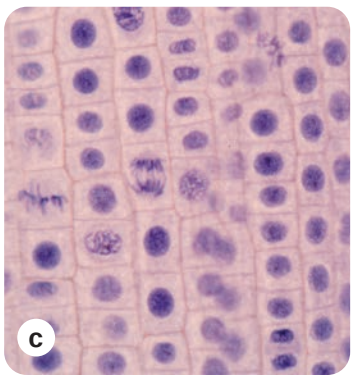
Uygulama

- Uzayan soğan köklerinden birkaçının uçlarını keserek bu uçları petri kabına alınız.
- Petri kabına aldığınız köklerin üstlerini örtecek kadar asetoorsein ya da asetokarmin dökünüz. Daha sonra kaynatmadan birkaç dakika hafifçe ısıtınız.
- Köklerden birkaç tanesinin uçlarından 5-6 mm keserek lam üzerine alınız. Lam üzerine aldığınız parçaya bir damla asetokarmin boyası damlatıp üzerini lamelle kapatınız ve lamelin üzerine hafifçe bastırarak kökleri eziniz.
- Hazırladığınız preparatı, mikroskopta inceleyiniz. Mikroskopta hücrelerin farklı bölünme aşamalarını görmeye çalışınız.

Sonuçlandırma

1. Mikroskopta gözlemlediğiniz hücrelerin farklı bölünme aşamalarının şekillerini defterinize çiziniz.
2. Gözlemlediğiniz bölünme aşamalarının mitozun hangi evresiyle ilgili olduğunu belirtip adlarını yazınız.

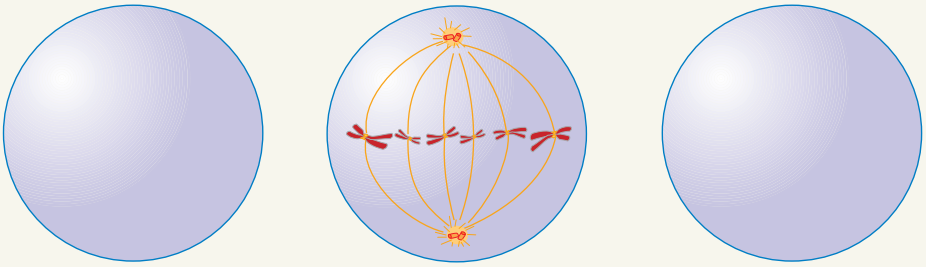




SIRA SİZDE

Aşağıda 2n = 6 kromozomlu hücrenin verilen mitoz evresinden bir önceki ve bir sonraki evresini şekil üzerinde çizerek gösteriniz. Bu evrelerin adını ve evrelerde gerçekleşen olayları yazınız.

Verilen mitoz evresi



Evrenin adı ....

Bir önceki evrede gerçekleşen olaylar

.....

.....

Bir sonraki evrede gerçekleşen olaylar

.....

.....

Hücre Döngüsünün Kontrolü

Hücrelerin yaşam döngüsünde gerçekleşen tüm olaylar genlerle kontrol edilir. Hücre bölünmesinin doğru ilerleyebilmesi için bölünmenin çeşitli aşamalarında kontrol noktaları vardır. Bu kontrol noktalarında bulunan protein yapıda bazı işlevsel moleküller görev alır. Hücrede G_1, G_2 ve M olmak üzere üç tane kontrol noktası vardır. Bu kontrol noktalarındaki işlevsel proteinler ile "Dur." ve "Devam et." sinyalleri verilerek hücrenin bölünme sürecindeki bütün aşamaların sırayla gerçekleşmesi kontrol edilir. Kontrol noktalarında bir önceki süreç tamamlanmadan bir sonraki aşamanın gerçekleşmesi engellenir.

Birçok hücrede en önemli kontrol noktası G_1 kontrol noktasıdır. G_1 kontrol noktasında "Devam et." sinyali alan hücre, döngünün diğer aşamasına geçme imkânı bulur. G_1 kontrol noktasında hücre yeterli büyüklüğe ulaşmışsa, ortamda yeterli besin ve büyüme faktörleri varsa, DNA'da hasar yoksa "Devam et." sinyali verilir ve S evresi başlar. S evresinde DNA kendini eşler. Hücrede "Dur." sinyali verilirse hücre döngüden çıkar ve bölünmez. Hücrenin bölünememe durumu G_0 olarak adlandırılır.

ARAŞTIRINIZ

Rahim ağzı kanseri ile kolon kanserinin teşhisi, tedavisi ve onlardan korunma yolları nelerdir?

G_2 kontrol noktasında DNA eşlenmesinin doğru yapılıp yapılmadığı kontrol edilir. DNA eşlenirken hata veya hasar oluşmuş ise "Dur." sinyali verilir. DNA eşlenmesinde hata yoksa "Devam et." sinyali verilir.

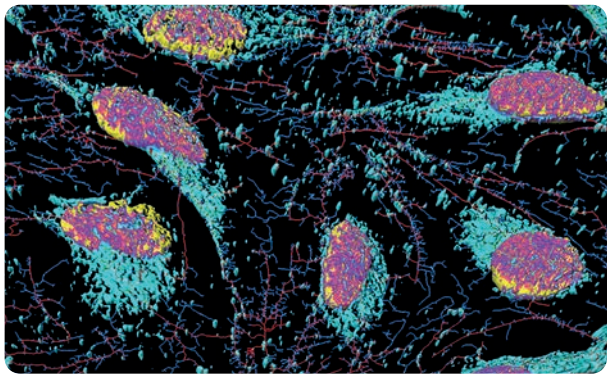
M kontrol noktasında kromozomların iğ ipliklerine bağlanıp bağlanmadığı kontrol edilir. Kinetokorlar iğ ipliğine bağlanmazsa anafaz başlamaz. İğ ipliklerinin kromozomlara bağlanmasında hata yoksa "Devam et." sinyali verilir. Bu kontrol, yavru hücrelere eşit sayıda kromozom aktarılmasını sağlar. Hücre bölünmesi için gerekli koşullar hazır değilse döngü devam etmez. Bölünmenin gerçekleşebilmesi için ortamda yeteri kadar besin ve büyüme faktörü bulunmalıdır. Büyüme faktörü, vücut hücreleri tarafından salınır ve diğer hücrelerin bölünmesinde etkilidir. Ortamda büyüme faktörleri olmasa da bazen hücreler "Dur." sinyaline cevap vermez ve bölünmeye devam eder. Bu durumda hücre döngüsü kontrolden çıkar. Büyüme faktöründen başka hücre döngüsünü kontrol eden genlerde herhangi bir nedenle meydana gelecek mutasyonlar da hücre döngüsünün bozulmasına neden olur. Hücre döngüsü bozulursa kanser ortaya çıkabilir.

Kontrolsüz Hücre Bölünmeleri ve Kanser

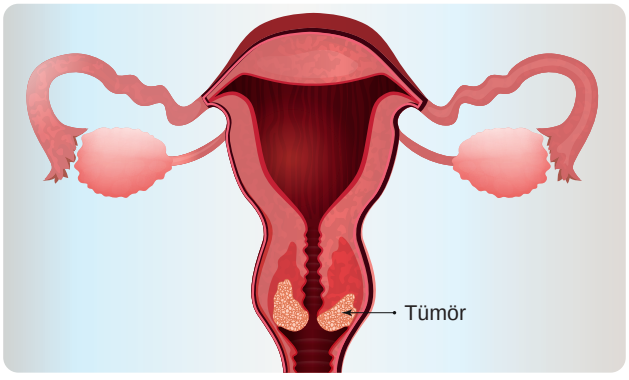
Kanser, bir organ veya dokudaki hücrelerin kontrolsüz olarak bölünüp çoğalmasıdır. Kanserli hücreler, DNA'daki hasardan dolayı oluşur. DNA, kendisinde oluşan hataları onarabilecek genlere sahiptir. Hücrenin normal yaşam döngüsü sırasında DNA'da hasar oluşursa hücre bunu ya onarır ya da ölür. Kanser hücrelerinde; hasarlı DNA onarılamaz, hücre döngüsünün kontrolü bozulur ve hücreler sinyallere cevap veremez. Laboratuvar ortamına alınan bir memeli hücresinin kültüründe hücrelerin tümü 20-50 kez bölünebilir. Aynı kültüre alınan kanser hücreleri ise kültüre besin sağlandığında sürekli bölünebilir.

BİLİYOR MUSUNUZ?

Günümüzde laboratuvarlarda kullanılmakta olan **He-La hücreleri**, 1951 yılında rahim ağzı kanserinden ölen Henrietta Lacks (Henrietta Laks) isimli bir kadının tümöründen alınan hücrelerdir. Bu hücreler laboratuvar şartlarında, özel besi yeri (hücre kültürü) içinde çok hızlı bölünüp çoğalır. Laboratuvar koşullarında kültürde üretilen He-La hücreleri, ortamda yeterli besin bulunduğu sürece sürekli bölünebilir (Görsel 1.19, 1.20). Bu özelliğinden dolayı bugüne kadar çoğaltılmış olup hâlâ çoğaltılmakta ve bilimsel çalışmalarda kullanılmaktadır. He-la hücreleri kullanılarak aşı üretimi, AIDS ve kansere karşı mücadele gibi alanlarda çalışmalar yapılmaktadır. Hatta hücrelerin yer çekimsiz ortamdaki davranışlarını incelemek üzere He-La hücreleri, ilk uzay araştırmaları sırasında uzaya bile gönderilmiştir.



Görsel 1.19: He-La hücreleri (768x477)



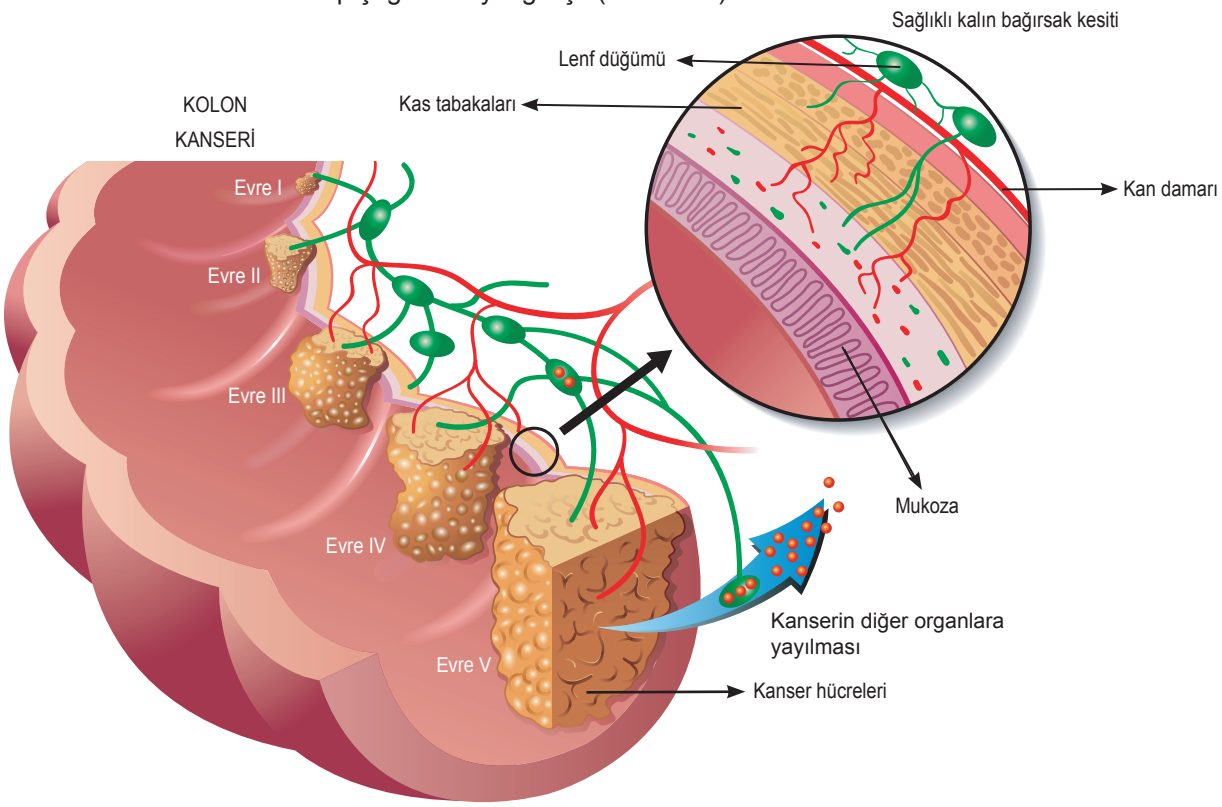
Görsel 1.20: He-La hücrelerinin neden olduğu rahim ağzı tümörü

Bağışıklık sistemi, genellikle kontrol mekanizması bozulan hücreleri yok eder. Ancak bağışıklık sisteminin yok edemediği bu hücreler, çoğalarak anormal hücre kitleleri olan **tümörleri (ur)** oluşturur. Hücre kitlesi, hızlı büyüme ve yayılma özelliği göstermiyorsa bu tip tümörlere **iyi huylu tümör** denir. İyi huylu tümörler genellikle soruna neden olmaz ve cerrahi müdahele yoluyla çıkartılır. Tümör oluşturan hücre kitlesi bir ya da birkaç organın işlevini bozacak şekilde vücuda yayılırsa bu tümörlere **kötü huylu tümör** veya **kanser** denir. Kanser hücrelerinin bu şekilde kan ya da lenf dolaşımı aracılığı ile vücudun diğer bölgelerine taşınıp yayılmasına **metastaz** adı verilir. Genetik yatkınlık, tütün ürünleri, alkol kullanımı, yanlış beslenme, obezite, radyasyon, çevre kirliliği, yaşlanma, genlerde meydana gelen bozukluklar, virüsler veya aşırı güneş ışını gibi etkenler başlıca kanser sebepleridir.

Dünyada kanser hastalarının sayısı hızla artmaktadır. Örneğin **kolon kanseri** adı verilen kalın bağırsak kanseri de bunlardan biridir. Her yaşta görülebilmesine rağmen en sık 50 yaşından sonra gözlenmektedir. Ortalama görülme yaşı 63'tür. Kadın ve erkek arasında görülme sıklığı yaklaşık aynıdır. Kolon kanseri, kalın bağırsak iç yüzeyini örten hücrelerin kontrolsüz bölünüp çoğalmasıyla gelişir (Görsel 1.21).

ARAŞTIRINIZ

Bazı kanser türlerinin tedavisi için kemoterapi (ilaçla tedavi) ve radyoterapi (tümörlere yüksek enerjili ışın uygulaması) yöntemleri uygulanır. Bu yöntemler tümöre nasıl etki eder? Bu tedaviler insan yaşamını nasıl etkiler?



Görsel 1.21: Kolon kanseri (Kalın bağırsak kanseri)

BİLİYOR MUSUNUZ?

Evre I : Kanser, sadece kolonun en iç duvarındadır.
Evre II : Kanser, kolonun iç duvarında gelişir. Tümör, kolon dışına yayılmaz.
Evre III : Kanser, kolonun daha derin duvarına yayılmıştır ancak kanser hücreleri, lenf bölgelerine yayılmamıştır.
Evre IV : Kanser, yakın lenf bölgelerine yayılmış ancak vücudun diğer bölgelerine yayılmamıştır.
Evre V : Kanser, akciğer ve karaciğer gibi vücudun diğer bölgelerine de yayılmıştır.

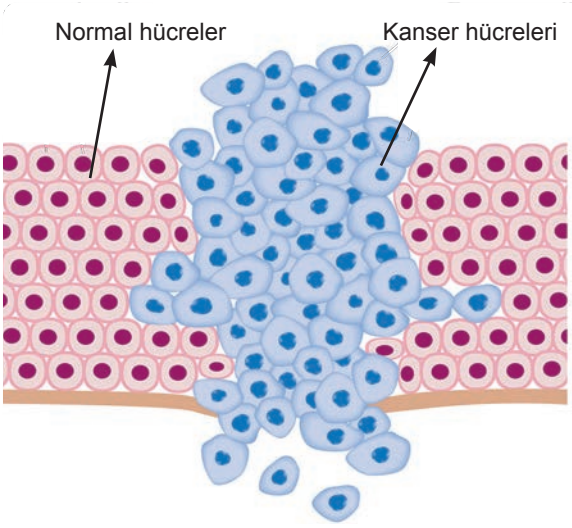
Kanserde Yaygın Olarak Kullanılan Tedavi Yöntemleri

Kanser, hayatı ciddi şekilde tehdit eden bir hastalıktır. Tedavi, onkoloji uzmanı tarafından yönlendirilen bir ekiple yürütülür. Kanserde yaygın olarak kullanılan tedavi yöntemleri; cerrahi müdahale (ameliyat), radyoterapi (ışın tedavisi) ve kemoterapi (ilaç tedavisi) dir.

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de son yıllarda kanser vakalarında artış görülmektedir. Kanser hücreleri kontrolsüz bölünerek dokuları istila eder (Görsel 1.22). Bu nedenle kanserde erken tanı, hayat kurtarır. Bu amaçla KETEM (Kanser Erken Teşhiş Tarama ve Eğitim Merkezi) ve Toplum Sağlığı Merkezleri kurulmuş, aile hekimliklerinde "Ulusal Kanser Tarama Programı" organize edilmiştir.

Ülkemizde Ulusal Kanser Tarama Programı; serviks (rahim ağzı), meme ve kolon kanseri (Görsel 1.23) olmak üzere üç kanser tipi için yapılmaktadır.

Bu konularda daha fazla bilgi edinmek için belirtilen internet adresini ziyaret edebilirsiniz. *http://kanser.gov.tr/kanser/kanser-turleri/45-kalin-bagirsak-kanseri.html*



Görsel 1.22: Kanser hücreleri

Görsel 1.23: Kolon kanseri

BİLİYOR MUSUNUZ?

Kemoterapide Saç Dökülmesi

Kemoterapi sürecinde kanser hücrelerinin yanı sıra hızlı bölünen normal hücreler de zarar görebilir. Kemik iliği, sindirim sistemi, üreme organları ve saç köklerinde hızlı bölünebilen hücreler bulunduğu için kemoterapinin yan etkileri en çok bu bölgelerde görülür. Çoğunlukla kemoterapinin yan etkileri tedavi esnasında yaşanır. Tedavi bittikten sonra hastanın bünyesine ve kullanılan ilaçların özelliğine bağlı olarak kemoterapinin yan etkileri ortadan kalkar. Kemoterapi, kanser hücreleri ile beraber saç hücrelerini de etkiler. Bunun sonucunda saç ve vücuttaki diğer kıllar da dökülebilir.

Saç dökülmesi, kemoterapinin en sık görülen yan etkilerinden biridir. Ancak bazı kemoterapi ilaçları saçları dökerken bazıları ise saçı hiç dökmez veya fark edilmeyecek kadar az miktarda döker. Dökülen saçlar, kemoterapi bittikten 2-3 ay sonra yeniden uzamaya başlar.

http://kanser.gov.tr/kanser/kanserle-mucadele-ederken/1180-sac-dokulmesi.html

OKUMA PARÇASI

KANSER GENETİĞİ

Eski Yunanlılar, kanserin vücuttaki fazla sıvıya bağlı olduğunu düşünürlerken 18 ve 19. yüzyıllarda doktorlar, parazitlerin kansere neden olduğunu düşünmekteydi. Günümüzde doktorlar, kanser ve genler arasındaki ilişki hakkında daha fazla bilgiye sahiptir. Ultraviyole ışınlar, radyasyon, virüsler ve çeşitli kimyasallar insan vücudundaki genlerde hasara yol açar. Belirli genler etkilenirse de kanser gelişir.

Gen, kalıtımın temel fiziksel ve işlevsel birimidir. DNA üzerinde yer alan genler; göz ve saç rengi, kan grubu gibi fiziksel ve biyolojik özellikleri direkt olarak belirler, bazı vakalarda da kanser gelişimini etkiler. İnsan vücudundaki 46 kromozomda (23 kromozom çifti), 23.000'den fazla gen bulunmaktadır.

Genler Nasıl Kansere Yol Açar?

Çeşitli nedenlerle genlerde mutasyon olarak adlandırılan değişiklikler meydana gelir. Birçok mutasyon, hücre için zararlıyken bazı mutasyonlar zararlı değildir.

İki tür mutasyon vardır: eşey hücre mutasyonu ve kazanılmış mutasyon. Eşey hücre mutasyonları, üreme hücrelerini (sperm veya yumurta) etkiler ve kuşaktan kuşağa geçer. Eşey hücre mutasyonları, kanser vakalarının % 5-10'undan sorumludur, bu vakalar **ailesel kanserler** olarak da adlandırılmaktadır. Kanserlerin çoğu, **kazanılmış mutasyonlar** olarak adlandırılan ve kişinin yaşamı esnasında ortaya çıkan mutasyonlara bağlıdır. Sigara, aşırı miktarda UV ışını, diğer toksin ve kimyasallar, kazanılmış mutasyonlara neden olabilir. Bu mutasyonlar vücuttaki hücrelerin tümünü etkilemez ve kalıtımsal değildir. Pek çok bilim insanına göre belirli bir grup hücredeki çeşitli genlerin mutasyonu sonucu kanser gelişir. Ancak aynı miktarda çevresel etkiye maruz kalınsa bile bazı kişiler, kanser gelişimine daha yatkındır.

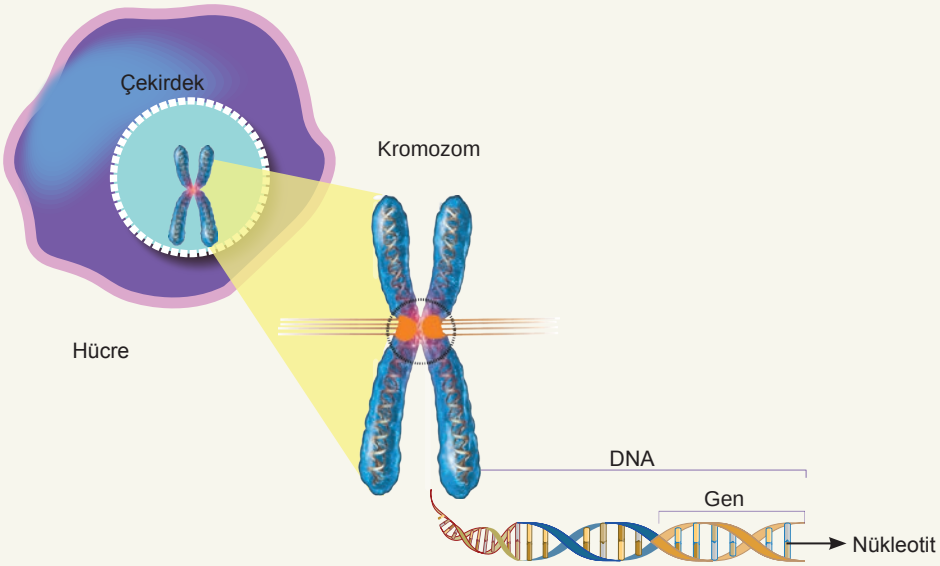
EK BİLGİ

2015 yılı Nobel Kimya Ödülü'ne "DNA Onarımı" alanındaki araştırmaları nedeniyle North Carolina University (Kuzey Karolayna Üniversitesi) öğretim üyesi **Prof. Dr. Aziz Sancar** layık görülmüştür. Prof. Dr. Aziz Sancar, DNA onarımında nükleotit kesip-çıkarma mekanizmasını tanımlayarak bu konuda önemli buluşlara imza atan çok değerli bir bilim insanıdır.

(Düzenlenmiştir.)

http://kanser.gov.tr/kanser/klinik-arastirmalr/58-genetik-testler.html.

SIRA SİZDE



A) Yukarıda verilen görselden yararlanarak aşağıdaki boşlukları doğru sözcüklerle tamamlayınız.

Nükleotitler, genleri oluşturur ve genler ..... üzerinde yer alır. Bu molekül özel bir proteinle sarılarak kromatin ipliği meydana getirir. Kromatin iplik (kromatin ağı) profaz aşamasında kıvrılıp katlanır ve yoğunlaşarak ..... oluşturur. Kromozom bir çift .....ten oluşur. Bunlara .... denir. Birbirlerine tutundukları bölgeye ..... denir.

B) Aşağıdaki soruların cevabını boş bırakılan alana yazınız.

Hücre döngüsünün kontrolünün bozulması ve kontrolsüz hücre bölünmesi sonucu ortaya çıkan kanser hakkında yaptığınız araştırmalar sonucunda edindiğiniz bilgileri kullanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Hücre döngüsünün kontrollü gerçekleşmesi neden önemlidir?
.....
.....

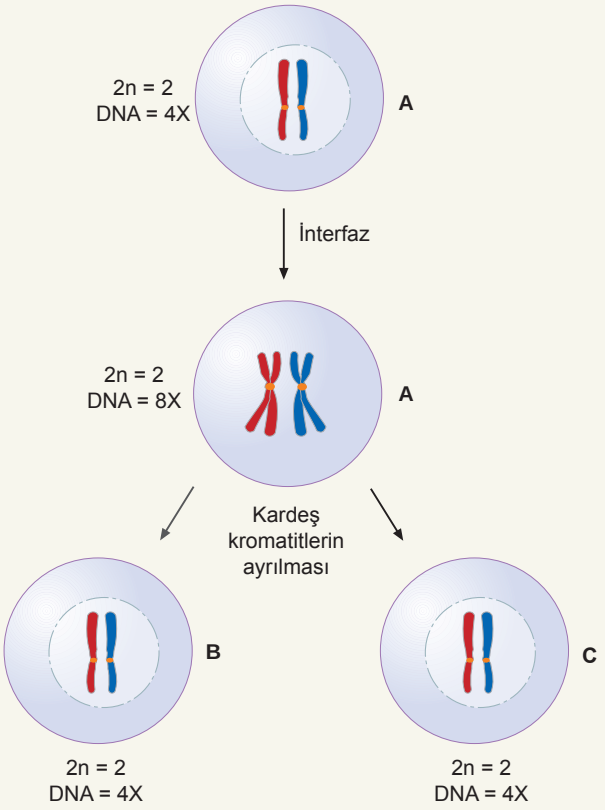
2. Kanserde erken teşhisin kansere yakalanmış kişiye ne gibi yararları vardır?
.....
.....

3. Kanser tedavi edilebilir bir hastalık mıdır?
.....
.....

4. Kanser tedavisinde yaygın olarak kullanılan yöntemler nelerdir?
.....
.....

SIRA SİZDE

Mitoz, bir ana hücreden birbirini takip eden evreler sonunda iki yavru hücre oluşumuyla sonuçlanır. Aşağıdaki şekilde bir mitoz şekli verilmiştir. Buna göre verilen şekille ilgili soruları cevaplayınız.



1. Normal bir mitoz sonucu oluşan B ve C hücrelerinde hangi özellikler farklılık gösterebilir?

.....

.....

2. Normal bir mitoz sonucu oluşan C hücresiyle A hücresinin hangi özellikleri aynıdır?

.....

.....

3. Mitoz süresince A, B ve C hücrelerinde DNA miktarının değişimini grafikle gösteriniz.

ARAŞTIRINIZ

Eşeysiz üremenin avantajları ve dezavantajları nelerdir?

1.1.3. EŞEYSİZ ÜREME

Canlıların neslini devam ettirmek için yeni bireyler meydana getirmesine **üreme** denir. **Eşeysiz üreme**, döllenme olmadan tek bir atadan çeşitli yollarla kendisiyle aynı genetik yapıya sahip yeni bireylerin meydana gelmesidir. Eşeysiz üremenin temelini birçok canlıda mitoz oluşturur. Tek hücreli ve çok hücreli canlıların bazıları eşeysiz olarak çoğalabilir.

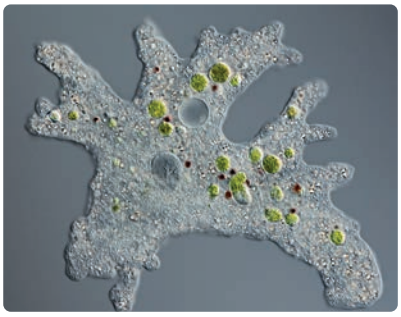
Eşeysiz üreme ile kısa zamanda çok sayıda yeni bireyler meydana gelir. Genellikle yavrular, ata bireyle ve birbiriyle kalıtsal olarak aynı özelliğe sahiptir. Eşeysiz üreyen canlılar, kendileri için uygun olan çevre koşullarında meydana gelen olumsuz değişiklikler nedeniyle çevreye adapte olmakta zorlanır. Çevre koşullarında bir olumsuzluk olursa yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalır. Ancak eşeysiz üreme, bireylerin uyum sağladıkları çevresel koşullarda hızlı çoğalmasına ve yayılmasına olanak sağlar.

Karekod 1.1
Mitoz ve Eşeysiz Üreme

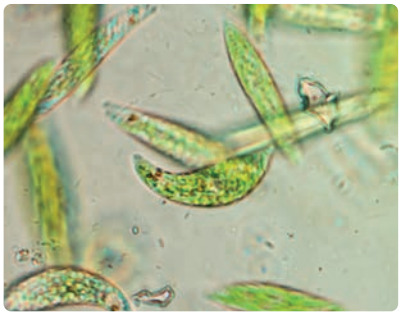
Eşeysiz üreyen canlılarda mutasyon sonucu tür içi kalıtsal çeşitlilik ortaya çıkabilir (**Mutasyon**; radyasyon, ultraviyole, X, beta ve gama ışınları gibi yüksek enerjili ışınlar ve bazı kimyasal maddelerin etkisiyle genlerde meydana gelen kalıcı değişimlerdir.). Eşeysiz üreme çeşitleri bölünerek üreme, tomurcuklanma, rejenerasyon, sporla üreme, partenogenez ve vejetatif üremedir.

Bölünerek Üreme

Belli bir büyüklüğe ulaşan tek hücreli canlının ikiye bölünmesiyle gerçekleşen eşeysiz üreme şeklidir. Prokaryot canlılardan bakteri ve arkelerde; ökaryot canlılardan amip, öglena, paramesyum gibi protista üyelerinde görülür (Görsel 1.24, 1.25, 1.26). Bölünme sonucu oluşan hücreler, genetik açıdan ata hücreyle ve birbirleriyle aynıdır. Ancak hücrelerin sitoplazma miktarı ve organel sayısı farklı olabilir.



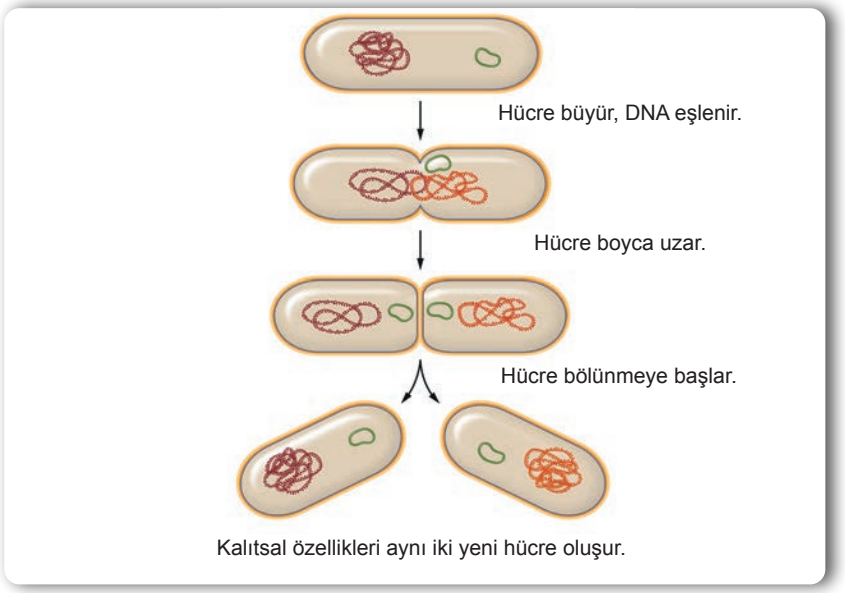
Görsel 1.24: Amip [IM (Işık mikroskobu) 600X (oranında büyütülmüştür.)]



Görsel 1.25: Öglena (IM, 606X340)

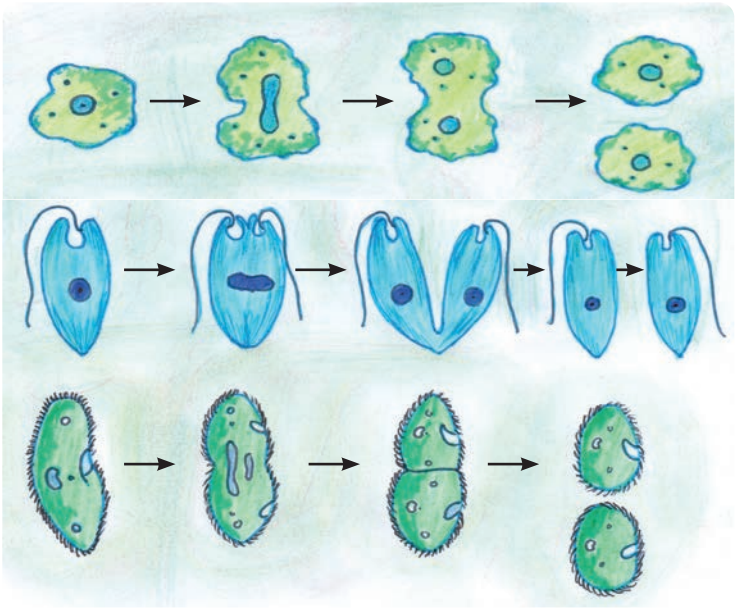
Görsel 1.26: Paramesyum (IM, X600)

Prokaryot canlıların (bakteriler ve arkeler) üremesi, hücrenin uzayıp boğumlanmasıyla ikiye bölünme şeklinde gerçekleşir (Görsel 1.27). Zarla çevrili çekirdek taşımadıkları ve iğ ipliklerini oluşturacak proteinlere sahip olmadıkları için ikiye bölünmeleri sırasında mitoza ait evreler gerçekleşmez. Örneğin bakterilerde büyüyen hücre, DNA'sını eşler. Bu sırada hücrenin boyu uzar ve DNA'lar birbirinden uzaklaşır. Daha sonra hücre zarı içe doğru çökme yaparak büyür, çökme bölgesinde yeni çeper oluşturulur. Böylece iki yeni bakteri hücresi meydana gelir.



Görsel 1.27: Bakteri bölünmesi

Bölünme, hücrenin şekline ve simetrisine göre farklı bölgelerden gerçekleşebilir. Örneğin tek hücrelilerden amip, her yönden bölünebilirken; paramesyum enine, öglena boyuna bölünür (Görsel 1.28). Bölünerek üreme sonucu oluşan yavru hücrelerde; sitoplazma miktarı, organel sayısı ve metebolizma hızı gibi bazı özellikler farklılık gösterebilir.



Görsel 1.28: Amip, öglena ve paramesyumda bölünme

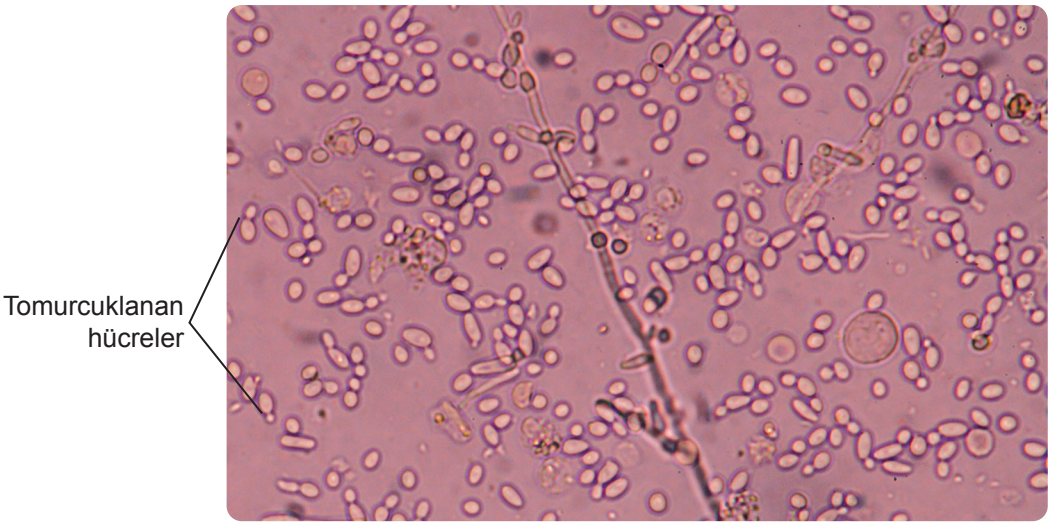
ARAŞTIRINIZ

Doğal ortamda sıcaklık değişimleri, besin maddelerinin yetersiz olması, pH oranındaki değişmeler ve metabolizma atıklarının birikmesi bakterilerin üremesini sınırlar. Dünyadaki hastalık yapıcı bakterilerin tümü, eğer laboratuvar şartları altında ürediği gibi üreseydi bu durum yaşamı nasıl etkilerdi?

Tomurcuklanma

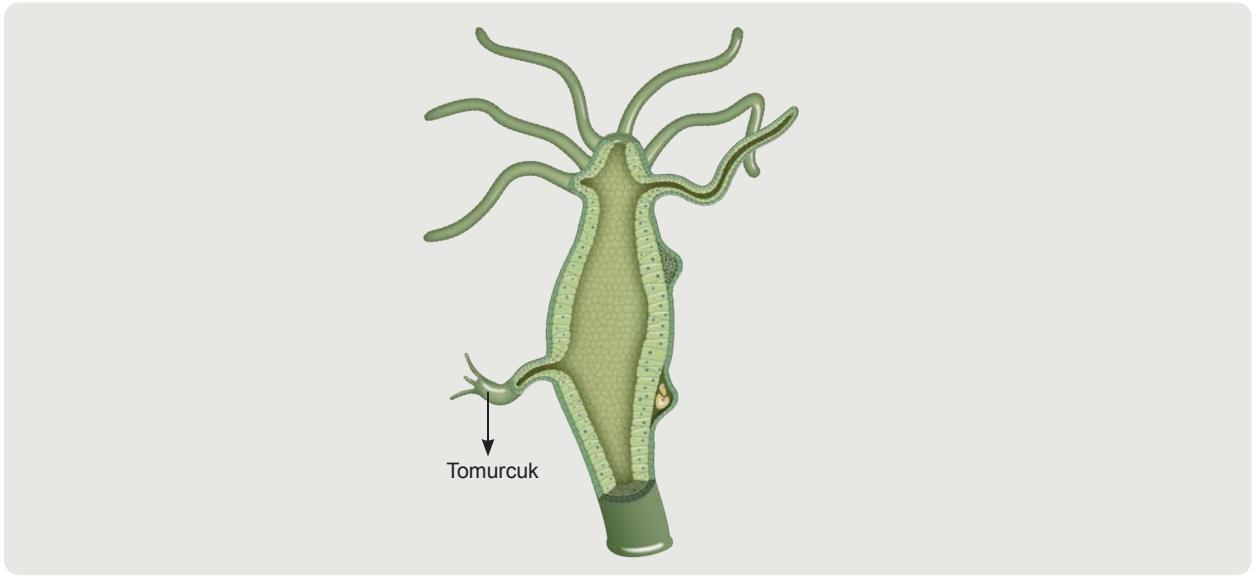
Tomurcuklanarak üremede ana canlı üzerinde mitoz ile tomurcuk şeklinde bir çıkıntı oluşur. Ana canlı üzerinde oluşan bu çıkıntı, gelişerek yeni canlılar meydana getirir. Gelişen bu yapılar, ana bireyin genetik kopyasıdır. Tomurcuklar, ana canlıdan ayrılıp bağımsız yaşayabildiği gibi ana canlıya bağlı kalarak koloni de oluşturabilir.

Tek hücrelilerden bir mantar çeşidi olan bira mayasında (Görsel 1.20), çok hücrelilerden hidra (Görsel1.30) ve mercan gibi omurgasız hayvanlarda tomurcuklanma görülür.



Görsel 1.29: Bira mayasında tomurcuklanma (IM 10X20)

Hidranın tomurcuklanması ile oluşan yeni canlı, ana bireye bağlı kalabileceği gibi ayrılıp bir zemine tutunarak da yaşayabilir. Bir zemine tutunarak yaşayan canlıya **polip** denir. Poliplerden eşeysiz olarak çoğalan, bağımsız yüzen bireylere **medüz** (denizanası) denir. Medüzlerde tomurcuklanma görülmez.



Görsel 1.30: Hidrada tomurcuklanma

OKUMA PARÇASI

EKŞİ MAYA

Ekşi Maya Nedir?

Ekşi maya, hamur yapımında kullanılan en eski mayalardan biridir. Su ve unun eşit miktarlarda karıştırılması ve birkaç gün içinde bu karışımdaki mikroorganizmaların çoğalmasıyla hazırlanan ekmek mayasıdır. Ekmeği kabarık ve lezzetli hâle getiren ekşi maya, bir mantar çeşididir. Mayalar, oksijensiz koşullarda fermantasyon yapan ve tomurcuklanarak üreyen mikroskobik canlılardır [*Saccharomyces cerevisiae* (sakkaromises serevisya)]. Besin ihtiyaçları karşılandığı ve ortam koşulları uygun olduğu sürece bu canlılar sürekli çoğalır.

Ekşi maya ile yapılmış bir ekmek hamuru, mayalanma sırasında faydalı bakteriler için besin cennetine dönüşmekte, patojen (zararlı) bakterileri baskılayarak çoğalmasını engellemektedir. Ekşi maya, mayalanma sırasında protein vb. büyük gıda bileşenlerini parçalayarak küçük moleküllere ayırır, faydalı besin ögelerinin açığa çıkmasını sağlar. Mayalanma sırasında suda çözünebilen liflerin parçalanması artar, faydalı tüm vitamin ve mineraller açığa çıkar, değişik aromatik ve lezzet bileşikleri oluşur. Ekşi maya, sindirim sisteminde var olan faydalı dost bakterilerin yavaşça çoğalmasını sağlar, mide-bağırsak fonksiyonlarını iyileştirir. Nişastanın sindirilmesini yavaşlatır. Tüm bu reaksiyonlar, ekmeği probiyotik bir gıdaya dönüştürür. Ekmek hamurunun elastikiyetini artırarak uzun süre taze kalmasını sağlar.

Ekşi maya ile isteyen herkes evde kolayca ekmek yapabilir. Ekşi maya yapım aşamaları, büyüklerden ya da internet ortamından öğrenilebilir. Ekşi maya için gerekli malzemeler; kabuklu üzüm, su, temiz bir cam kavanoz ve kaliteli bir undan ibarettir. Buğday unu ya da başka bir un çeşidi olabilir. Biraz sabırla dört beş günde ekşi maya yapılabilir.

Hazırlanan maya ile hamur yapmak için mayadan gerektiği kadar alınır, geri kalanı saklanır. Böylece bir kez maya hazırladıktan sonra uzun süre kullanılabilir.

Buğday ununda bulunan gluten proteini, sindirim sisteminin parçalamada zorlandığı bir maddedir. Buğday ununda doğal olarak bulunan gluten maddesine duyarlı olan çölyak hastaları ise hassasiyetlerinin derecesine bağlı olarak gluten içermeyen ürünler tüketmek zorundadır. Hatta son yıllarda ADHD (dikkat eksikliği ve hiperaktivite rahatsızlığı), tirozin, otizm vb. hastalıklarda da gluten diyeti önerilmektedir.

Hem katkısız hem de daha lezzetli glutensiz ekmek üretme amacıyla bazı bilim adamlarının yaptığı araştırmalarda gluten içermeyen tahıl unlarına ekşi maya ilavesiyle ekmekler hazırlanmıştır. Bu ekmeklerin hastalar tarafından daha çok beğenildiği ve hastaların genelinde bağırsak rahatsızlığı oluşturmadığı görülmüştür. Dolayısıyla ekşi maya ile hazırlanan hamurdan yapılan gıdaların bu hastalar için potansiyel bir umut taşıdığı söylenebilir.

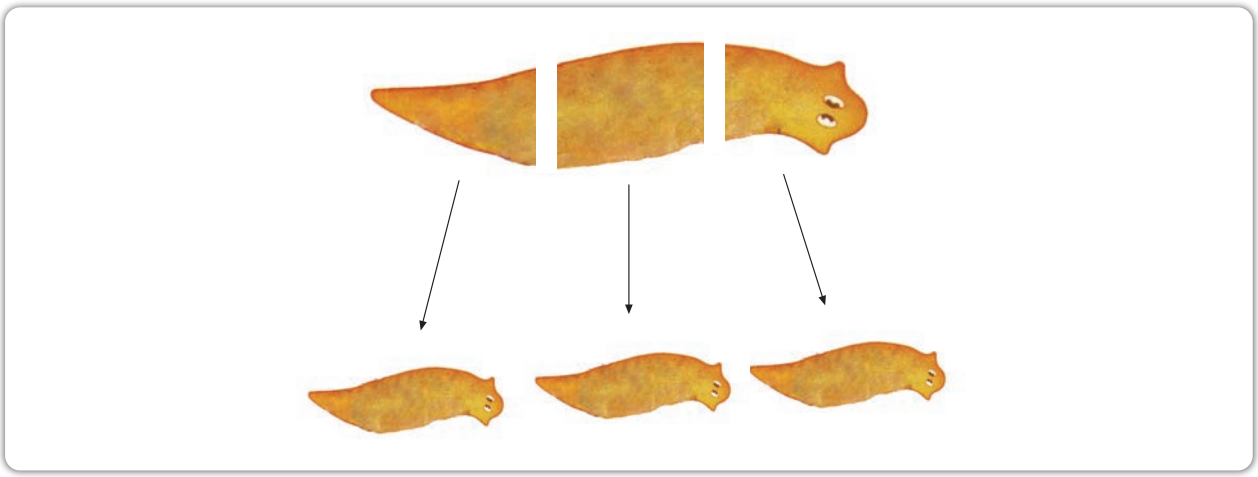
(Düzenlenmiştir.)

http://www.gidahareketi.org/Evde-Eksi-Maya-Nasil-Yapilir--1343-haberi.aspx

http://www.gidahareketi.org/NewsPrint.aspx?Id=1655&ModuleName=haberleri

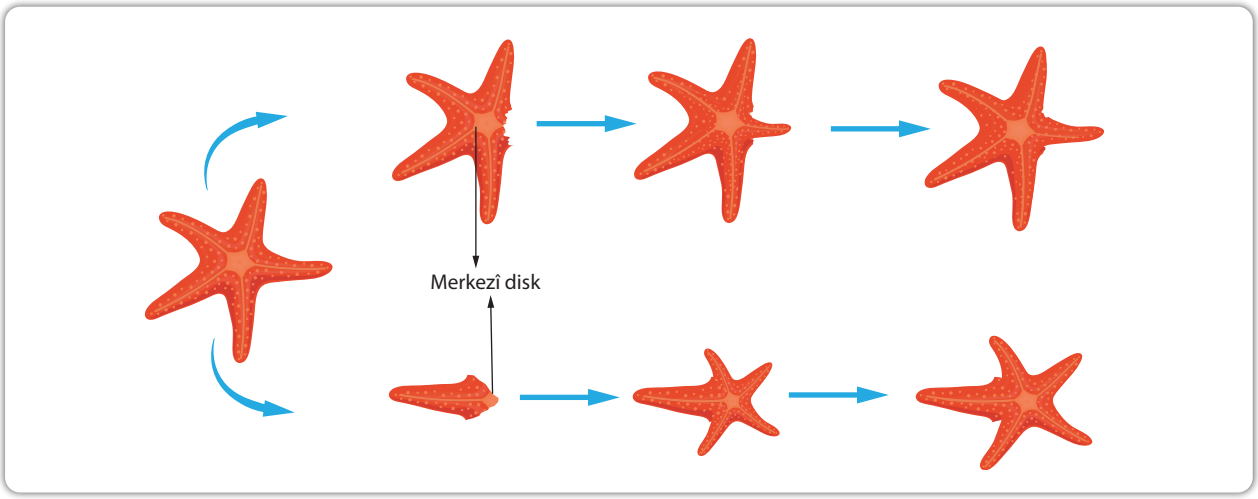
Rejenerasyonla Üreme

Rejenerasyon (yenilenme), çok hücreli canlılarda doku ve organların onarımını sağlar. Bazı canlılarda ise kopan parçalardan yeni canlı oluşumu ile eşeysiz üremeyi sağlar. Rejenerasyon sırasında; mitoz, büyüme ve farklılaşma olayları görülürken genetik çeşitlilik oluşmaz. Canlıların gelişmişlik düzeyi arttıkça rejenerasyon yeteneği azalmaktadır. Rejenerasyon ile üreme, bir cins yassı solucan olan planaryada gözlenebilir. Yenilenme yeteneği çok fazla olan planaryada kopan ya da kesilen parçalar eksilen kısımlarını tamamlar ve her parçadan yeni bir planarya oluşur (Görsel 1.31).



Görsel 1.31: Planaryada rejenerasyonla üreme

Çoğu denizyıldızında beş kol ve kolların birleştiği yerde merkezî disk bulunur. Denizyıldızlarında kollardan biri ya da birkaçı koparsa bu kopan denizyıldızları kopan kollarını yenileme özelliğine sahiptir. Hatta bir cinsin üyelerinde kopan tek bir kol, bağlı olduğu merkezî diskten pay almak koşuluyla yeni bir denizyıldızı oluşturabilmektedir. Kopan kol merkezî diskten pay almamışsa yenilenme organ düzeyindedir. Planarya ve denizyıldızı gibi canlılarda rejenerasyonla tüm vücut yenilenebilir. Bu canlılarda rejenerasyon, vücut düzeyinde gerçekleştiği ve yeni bir canlı oluşumunu sağladığı için eşeysiz üreme kabul edilir (Görsel 1.32).

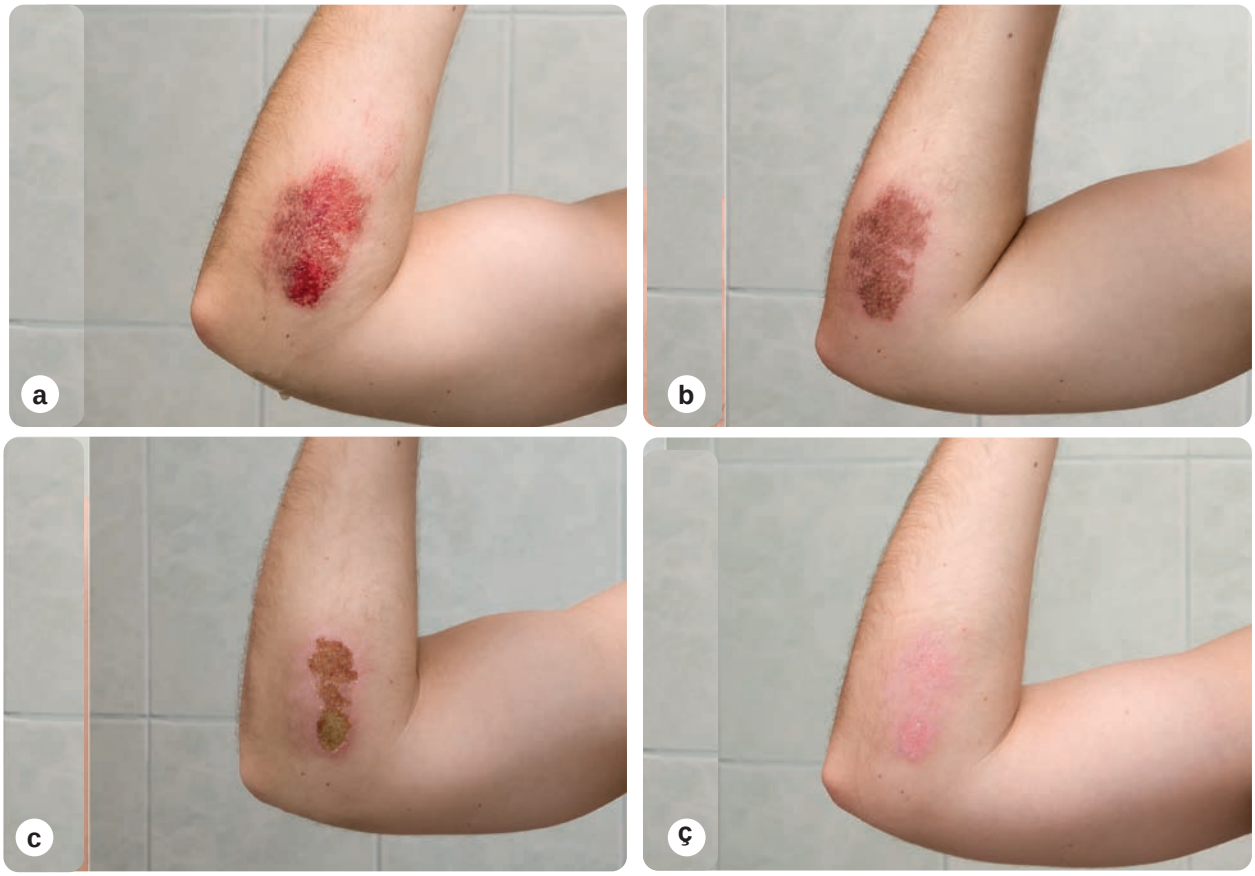


Görsel 1.32: Denizyıldızında rejenerasyonla üreme

Kertenkelenin kopan kuyruğunu (Görsel 1.33), semenderin kopan bacağını, yengecin zarar gören çenesini onarması organ düzeyinde rejenerasyondur. Ancak kopan bu parçalardan yeni bireyler oluşmaz. Dolayısıyla bu canlılarda gerçekleşen organ düzeyindeki rejenerasyon, bir eşeysiz üreme değildir.

Görsel 1.33: Kertenkelenin kopan kuyruğunun yerine rejenerasyonla yenisi yapılır.

Kuş ve memelilerde rejenerasyon genellikle doku düzeyindedir. Örneğin insanda yaraların iyileşmesi (Görsel 1.34), kırılan kemiğin kaynaması, dil ve bağırsak epitel hücrelerinin yenilenmesi doku düzeyindedir. İnsanda rejenerasyon yeteneği en yüksek olan organ karaciğerdir.



Görsel 1.34: Oluşan bir yaranın rejenerasyonla iyileşmesi

Sporla Üreme

Sporlar, ana canlıdan mitoz veya mayoz ile oluşturulur. Sporlar; etrafı sert bir çeperle kaplanmış, olumsuz çevre koşullarına dayanıklı, n kromozomlu özelleşmiş üreme hücrelerdir. Sporlar, ortam şartları uygun olduğunda döllenme olayı gözlenmeden mitoz ile gelişerek yeni bireyler oluşturur.

Sporla üreme, bir hücreli canlılardan sıtma hastalığına neden olan *plazmodium*da (plazmodyum), su yosunu gibi alglerde, mantarlarda, tohumsuz bitkilerden eğrelti otu ve karayosunlarında gerçekleşir (Görsel 1.35 a, b, c, ç).

Görsel 1.35: Sporla üreyen canlılar a) Puf mantarı, b) Kara yosunu, c) Eğrelti otu, ç) Su yosunu (IMx600)

BİLİYOR MUSUNUZ?

Puf mantarları [*Lycoperdon perlatum* (Likoperdon perlatum)], trilyonlarca spor oluşturur. Oluşan sporları püskürterek toz bulutu hâlinde havaya saçar. Havaya saçılan bu mantar sporları, yeryüzünden kilometrelerce yükseklere ulaşabilir. Rüzgâr ve böcekler yardımıyla çevreye yayılan sporlar, uygun bir ortam bulduklarında çimlenerek yeni puf mantarlarını oluşturur.

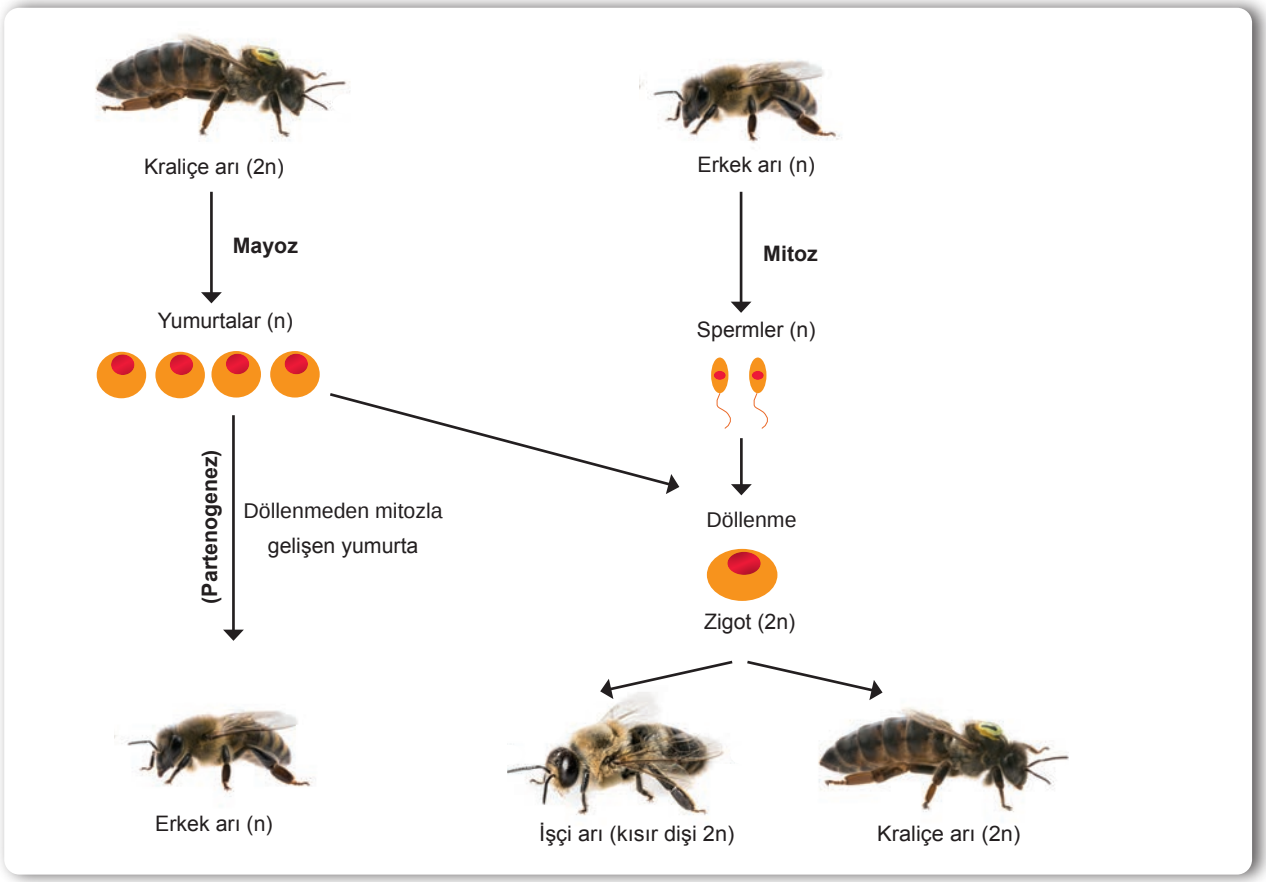
Partenogenez

Mayoz ile oluşan yumurta hücresinin döllenmeden mitozla gelişerek yeni bir birey oluşturması olayına **partenogenez** denir. Omurgasızlardan arılar, karıncalar, yaprak bitleri, su pireleri (Görsel 1.36), bazı çekirge ve kelebek türlerinde görülebildiği gibi omurgalılardan balık, kurbağa, sürüngen ve kuşların bazı türlerinde görülebilmektedir. Partenogenezle çoğalan türlerin çoğunda aynı zamanda eşeyli üreme de gerçekleşmektedir.

Görsel 1.36: Su piresi

Partenogenez, bazı türlerde cinsiyetin belirlenmesini denetlemede kullanılır. Örneğin bal arılarında erkek bireyler partenogenezle oluşmuştur ve haploit kromozomludur. Dişi olan kraliçe arı ve işçi arılar döllenmiş yumurtalardan gelişmiştir ve diploit kromozomludur (Görsel 1.37). Kraliçe arı üremeden sorumlu iken işçi arılar kısırdır. Kraliçe arı, mayoz ile çok sayıda yumurta üretir ve bunları bir kesede depolar. Haploit olan erkek arı ise mitozla spermler üretir. Kraliçe arı yılda bir kez çiftleşme uçuşu gerçekleştirir. Erkek arıdan alınan spermler, kraliçe arının vücudunda başka bir kesede depolanır. Kraliçe arının yumurtaları spermle döllenirse kraliçe ya da işçi arı, yumurta döllenmeden gelişirse erkek arı meydana gelir.
Döllenmeyle meydana gelen embriyoların polenle beslenmeleri sonucu işçi arılar, arı sütü ile beslenmeleri sonucu kraliçe arılar oluşur. Bunun nedeni beslenme farklılığına bağlı olarak ortaya çıkan ve kalıtsal olmayan değişikliklerdir.

Karekod 1.2
Partenogenez



Görsel 1.37: Bal arılarında üreme

Vejetatif Üreme

Yüksek yapılı (gelişmiş) bitkilerin kök, gövde, dal ve yaprak gibi kısımlarından kopan bir parçanın ana bitkiyle aynı genetik yapıya sahip yeni bir bitki oluşturmasına **vejetatif üreme** denir. Temeli mitoz ve yenilenmeye dayanır.

Vejetatif Üreme Çeşitleri ve Tarım Sektöründe Kullanım Alanları

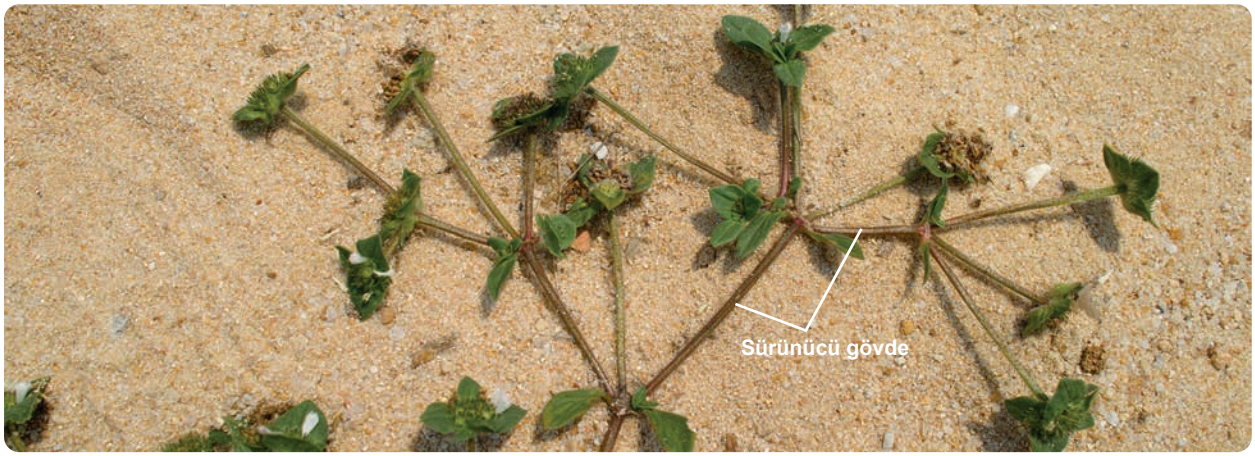
Vejetatif üretim yöntemleri ile bitkilerin sürünücü gövde, yumru gövde, rizom gövde, doku kültürü tekniği ve çelik ile eşeysiz olarak üretimi yapılabilmektedir.

Sürünücü Gövde (Stolon) ile Üreme

Bazı bitkilerin toprak yüzeyinde uzanan gövde uzantıları, toprağa kök salar ve bu bölgelerden yeni bitkiler gelişir. Sürünücü gövde büyüyerek çilek ve kuş otu gibi bitkilerin geniş bir alana yayılmasını sağlar (Görsel 1.38, 1.39, 1.40). Örneğin çilek bitkisinde toprak yüzeyinde büyüyen sürünücü gövde üzerindeki göz adı verilen yapılar, köklenerek yeni çilek bitkilerini meydana getirir.

Görsel 1.38: Çilekte sürünücü gövde

Görsel 1.39: Sürünücü gövde ile üretilen çilek



Görsel 1.40: Kuş otunda sürünücü gövde

Yumru Gövde ile Üreme

Bazı bitkilerin toprak altında bulunan ve besin depolayan toprak altı gövdelerine **yumru** denir. Patates, yer elması gibi bitkilerin yumru gövdeleri üzerinde bulunan ve nodyum denilen gözlerden gelişen sürgünler, yavru bitkileri oluşturur (Görsel 1.41, 1.42).

Görsel 1.41: Yer elması yumruları

Görsel 1.42: Patates yumruları

Rizom Gövde ile Üreme

Rizomlar yedek besin maddesi depo eden, toprak altında yatay olarak uzanan, silindir şeklindeki toprak altı gövdeleridir. Rizomlar toprak altı gövdelerinde olduğu gibi tepe ve yan tomurcuklara sahiptir. Ayrık otu, zencefil, süsen gibi bitkilerin üzerinde bulunan tomurcuklar gelişerek toprak altı veya toprak üstü sürgünlerini oluşturur. Rizomlu bitkiler, toprak altındaki rizomları sayesinde çok yıllık bitki özelliği gösterir (Görsel 1.43, 1.44).

Görsel 1.43: Zencefil bitkisi rizomu

Görsel 1.44: Süsen bitkisi rizomu

Çelik ile Üreme

Begonya, sardunya ve menekşe gibi saksı bitkilerinde ve meyve ağaçlarında ana bitkinin kök, gövde, dal ya da yapraklarından alınan ve **çelik** adı verilen parçaların kullanılmasıyla yeni bitkilerin elde edilmesidir. Afrika menekşesi (Görsel 1.45), aşkın gözyaşları bitkisi (Görsel 1.46) gibi bazı bitkilerde tek yapraktan tüm bir bitki gelişir.

Görsel 1.45: Afrika menekşesi

Görsel 1.46: Aşkın gözyaşları

BİLGİ KUTUSU

Lale, zambak, kardelen, siklamen ve orkide gibi bitkiler daha çok soğan, yumru ya da rizom denilen toprak altı organlarının dikimi ile üretilir. Sonbaharda dikilen soğanlar, ilkbaharda çiçek açar. Olgunlaşma dönemleri sonunda oluşturdukları yavru soğanlar sonraki yıl üretimde kullanılır. Bu tür bitkiler, tohumla da üretilebilir. Ancak tohumla üretimde tohumun ekilmesinden çiçek açımına kadar geçen süre çok uzundur (Bitkinin türüne göre 5-6 yılı bulabilir.). Ayrıca istenilen özelliklerin aynen kalıtımı, tohumla üretim yapıldığında gerçekleşmez.

BİLGİ KUTUSU

Vejetatif üremede ana bitki ile yeni bitkinin genetik yapıları tamamen aynıdır. Fakat yetiştirildiği ortam koşulları nedeniyle dış görünüşlerinde, büyüme ve gelişme hızlarında farklılıklar gözlenebilir.

Çelikle üretimde başarılı olmak için alınan parçalar, genç organlardan seçilir. Bunun nedeni, bitkinin genç organlarında mitozun daha hızlı olmasıdır. Kavak, söğüt, asma ve incir gibi bitkilerden istenilen miktarda çelik alınıp kullanılabilir.

Çelikle vejetatif üremenin başka bir yolu da **aşılamadır**. Süs bitkilerinin, ekonomik değeri yüksek olan bitkilerin ve özellikle meyve ağaçlarının üretilmesinde kullanılan bir yöntemdir. İki bitki parçasının kaynaştırılıp tek bir bitkiymiş gibi büyüyecek şekilde birleştirilmesidir. Aşılama yönteminde eklenen parçaya **aşı** denir. Aşı, bitkinin üretilmek istenen üst kısmını oluşturur. Bitkinin alt kısmını ve kökünü meydana getiren bölüme ise **anaç** adı verilir (Görsel 1.47).

Aşılama sırasında başarı elde etmek için meyve verimi ve kalitesi düşük ancak kök yapısı kuvvetli anaç bitki ile kök yapısı zayıf, meyve verimi ve kalitesi yüksek bitkiden elde edilen aşılar birleştirilir.

Bitkide aşılama, aynı türün farklı çeşitlerine veya yakın akraba türlerine uygulanır. Aşılama sonrasında üretilmek istenilen bitkinin kalitesi, aşının genleri tarafından belirlenir. Anaç bitkinin ise gelişmiş kökünden faydalanılır. Örneğin turunç bitkisine, limon veya mandalinadan alınan parça aşılanarak istenilen turunçgil türlerinin üretimi sağlanır.

Görsel 1.47: Kirazda aşı ve anaç bitki

Göz aşısı ve **kalem aşısı** olmak üzere iki çeşit aşı bulunur. Göz aşısında anaç bitkiye aşılanacak parça, tek bir gözden oluşur. Bitki sürgünlerindeki tomurcuk kısımlara **göz** adı verilir. Bitkiden kabuğu ile alınan bir göz, anaç bitki sürgününe kaynaşacak şekilde birleştirilir (Görsel 1.48). Bu yöntem daha çok küçük fidanlarda kullanılır.

Kalem aşısında ise çoğaltılmak istenen ağaçtan aşılanacak her ağaç için iki adet kalem (dal) kesilir.

Kalemler; ucunda tomurcukları ve dal boyunca yaprak gözleri olan, yaklaşık 15-20 cm uzunluğunda bulunan dal parçalarıdır. Anaç bitkilere aşılanacak kalemler, anaçla kaynaşacak şekilde birleştirilir (Görsel 1.49). Kalem aşısı daha çok büyümüş ağaçlarda uygulanır.

Görsel 1.48: Elmada göz aşısı

Görsel 1.49: Erikte kalem aşısı

BİLİYOR MUSUNUZ?

Karpuzda ilk aşılı fide kullanımı, 1920'li yıllarda toprak kaynaklı hastalıklarla ve zararlılarla mücadele etme amaçlı yapılmıştır. Karpuz yetiştiriciliğinde toprak kökenli hastalıklar ve zararlılar, ekonomik anlamda önemli düzeyde verim ve kalite kayıplarına neden olmaktadır.

Kabak bitkisi; toprakta bulunan hastalık ve zararlılara dayanıklıdır, çok hızlı saçaklanır ve hızlı gelişir. Bu nedenle üretilmek istenen karpuz bitkisi, kabak bitkisine aşılanır. Anaç bitki olarak kullanılan kabak, toprakta bulunan hastalıkları aşılanan bitkiye taşımaz. Bu nedenle kabak aşılı karpuz fidesi kullanımı, hastalıkla mücadele etmek için oldukça önemlidir.

Son yıllarda kabakgiller familyasında bulunan karpuz, kavun ve salatalıkta; domates, patlıcan ve biber gibi sebzelerde aşılı fide kullanımı üreticiler tarafından daha çok tercih edilmektedir. Aşılı fide kullanımında anaçlar güçlü olduğu için kalem çeşidi kendi kökünden çok daha iyi beslenir, böylece daha çok verim elde edilir. Toprak hastalıklarına karşı ilaçlamanın daha az yapılması, ekonomik olmasının yanı sıra kimyasal kirliliğin önlenmesi açısından da çok önemlidir. Ürünün hasat edilmesi için kesinlikle olgunlaşmayı beklemek gerekir yoksa karpuz kabak tadı verir. Hasat zamanında yapılırsa böyle anormal bir tat oluşmaz (Aşılanmamış karpuz da erken hasat edilirse kabak tadındadır.).

Çelikle üremenin bir başka şekli de **daldırma** yöntemidir. Bu yöntem, çelikle zor köklenen ve tohumla üretimi zor olan bitkilerin yetiştirilmesinde kullanılır. Daldırma yönteminde ana bitkinin genç bir dalı, ana bitkiden ayrılmadan yalnız uçları hava ve ışık alacak şekilde eğilerek toprağa gömülür. Dalları eğilmeye uygun olmayan bitkiler de toprakla doldurulan plastik bir kap ya da torbada bitkinin genç bir dalına bağlanarak gelişmeye bırakılır.

Ana bitkiden ayrılmayan dala, ana bitkiden su ve besin maddelerinin taşınması devam eder. Toprakla kapatılan kısımda zamanla yeni kökler meydana gelir. Köklenip gelişen dal, ana bitkiden kesilerek yeni bir bitki elde edilir. Portakal, mandalina, böğürtlen, ahududu, fındık, asma, incir ve ayva gibi bitkiler bu yöntemle çoğaltılabilir (Görsel 1.50, 1.51).

Görsel 1.50: Limonda daldırma yöntemi

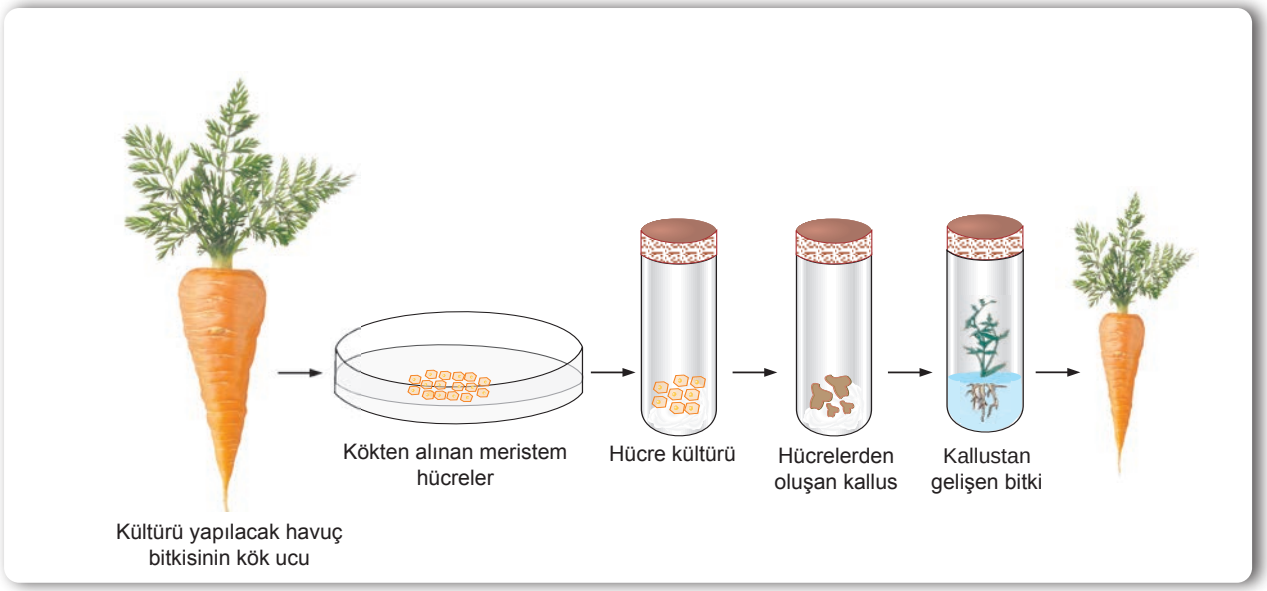
Görsel 1.51: Dutta daldırma yöntemi

BİLGİ KUTUSU

Doku kültürü, bir çeşit klonlama tekniğidir. Bitkilerin ıslah çalışmalarında ve değerli süs bitkilerinin hızlı çoğaltılmasında bu yöntem kullanılır. Örneğin mısır, buğday, pirinç, soya fasulyesi, orkide gibi bitkilerin ıslah çalışmalarında bu tekniken faydalanılmaktadır.

Doku Kültürü

Doku kültürü ile üretim, laboratuvar ortamında steril şartlarda gerçekleştirilir. Ekonomik değeri yüksek, üretimi zor bitkilerin ve soyu tükenmekte olan türlerin korunmasına yönelik çalışmalar için bu yöntem kullanılır. Bitkilerin kök ve gövde uçlarında **meristem** adı verilen bölünme yeteneğine sahip ve henüz farklılaşmamış hücre grupları bulunur. Çoğaltılmak istenilen bitkinin kök ve gövde ucundan meristem özellik gösteren hücre ya da küçük doku parçaları alınıp sterilize edilerek yapay besi ortamına konur. Doku parçaları, besi ortamında mitoz ile **kallus** adı verilen düzensiz hücre topluluğunu oluşturur. Oluşan kallus hücreleri, buradan alınarak bitki büyümesi ve farklılaşmasında görevli hormonları içeren ortama konur. Bu ortamda hücreler, farklılaşarak kök ve gövde gibi yapılara sahip küçük, yeni bitkiler oluşturur (Görsel1.52).



Görsel 1.52: Doku kültürü ile havuç üretimi

Doku kültürü tekniği ile istenilen özelliklere sahip bitkilerin yüzlerce hatta binlerce kopyası oluşturulabilir (Görsel 1.53, 1.54). Bazı bitkilerde farklılaşan bu hücreler, embriyo oluşturabilir ve bunlar yapay tohum olarak kullanılır.

Görsel 1.53: Orkide embriyolarının çoğaltılması

Görsel 1.54: Doku kültürü tekniği ile elde edilmiş orkide bitkisi

BİLGİ KUTUSU

Salep, bazı yabani orkide türlerinin kök yumrularından elde edilir. Maraş dondurması olarak bilinen dondurmaya tat ve koku kazandıran, Kahramanmaraş'ın dağlarında yetişen bir orkide türüdür. Ayrıca salep ilaç ham maddesi olarak kullanılır.Türkiye'de sadece birkaç ilde yetişen ve dağlardan doğal olarak toplanan salep orkideleri, aşırı toplanmadan dolayı son derece azalmıştır. Salep orkidelerinin nesli, tükenme tehlikesiyle karşı karşıyadır.

Soğanla Üreme

Bahçecilik ve tarım sektöründe lale, zambak, nergis ve süsen gibi bitkiler; görünümleri, güzel çiçekleri ve hoş kokularından dolayı önemli bir yere sahiptir. Süs bitkisi olarak üretilen ve ticareti yapılan bu bitkiler, **soğan** adı verilen toprak altı yapıların dikimi ile üretilir. Soğanlı bitkilerden lale, zambak, nergis gibi çiçek türleri en çok üretilenler arasında yer almaktadır (Görsel. 1.55, 1.56, 1.57). Bitkilerin soğanlarında bulunan tomurcuklar, uygun ortam koşullarında gelişerek genç bitkiyi oluşturur. Sonbaharda dikilen soğanlar, ilkbaharda çiçek açar. Olgunlaşma dönemleri sonunda oluşturdukları yavru soğanlar, sonraki yıl üretimde kullanılır. Bu tür bitkiler, tohumla da üretilebilir. Ancak tohumla üretimde tohumun ekilmesinden çiçek açımına kadar geçen süre çok uzundur (Bitkinin türüne göre 5-6 yılı bulabilir.).

Görsel 1.55: Lale

Görsel 1.56: Zambak

Görsel 1.57: Nergis

Vejetatif Üremenin Avantajları

Vejetatif üreme, tarımda verimliliği artıran bir yöntemdir. Kısa sürede fazla ve kaliteli üretim yapılmasını sağlar. Tohumla üremeye göre daha kısa sürede gerçekleşir. Tohumla üreyen bitkilerin genetik yapılarında farklılıklar oluşur. Vejetatif üremeyle oluşan bitkiler ise genetik açıdan birbirinin kopyasıdır. Vejetatif üreme ile bitkilerin sahip olduğu iyi özellikler korunmuş olur. Tohum yapma yeteneğini kaybetmiş olan muz, çekirdeksiz üzüm gibi bitkiler bu şekilde üretilir.

SIRA SİZDE

Canlıların gelişmişlik düzeyi arttıkça rejenerasyon (yenilenme) yeteneği azalmaktadır. Rejenerasyon, farklı canlılarda farklı seviyelerde gerçekleşir. Bu seviyeler; vücut düzeyinde, organ düzeyinde ve doku düzeyinde rejenerasyon olarak nitelendirilir.

Yukarıdaki bilgilerden yararlanarak 1'den 6'ya kadar verilen canlı örneklerini ve canlıya ait yapıları inceleyiniz. Bilgilerinize dayanarak bu canlılarda gerçekleşebilen rejenerasyon seviyelerini görsellerin altına yazınız.

Yengeç

1. .....

İnsan kolu röntgen görüntüsü

2. .....

Denizyıldızı

3. .....

Planarya

4. .....

Semender

5. .....

Kertenkele

6. .....

ETKİNLİK: Deney

Etkinlik No. : 1.3

Etkinliğin Adı: Aşkın gözyaşları [*Echeveria elegans* (eşeveriya elegans)] bitkisinin yapraklarından yeni bitkiler üretmek.

Etkinliğin Amacı: Bitkide vejetatif üremeyi gözlemlemek.

Ön Hazırlık: Aşkın gözyaşları bitkisinin sağlıklı bir yaprağını koparıp birkaç gün bu yaprağı gölgede bırakınız. Bir saksıya kumlu toprak doldurunuz.

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati (1 ders saatinde uygulanır. Yaklaşık bir ay bitki gelişimi gözlenir.)

Araç Gereç

- Aşkın gözyaşları bitkisi
- Saksı
- Kumlu toprak
- Su
- Fotoğraf makinesi

Uygulama

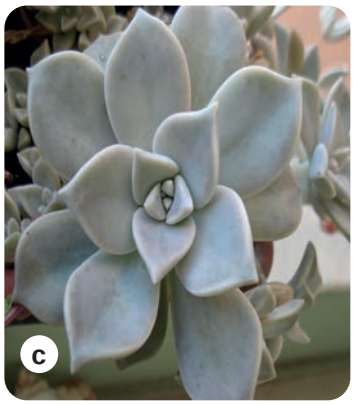
- Yaprağın yara yeri kuruduktan sonra sap kısmı toprağa gelecek şekilde yaprağı dik olarak saksıya yerleştiriniz.
- Yaprakları ıslatmadan toprağı arada bir sulayınız.
- Bitkinin gelişim aşamalarını gözlemleyebilmek için bir süre bekleyiniz.
- Gelişim aşamalarının fotoğrafını çekerek bir albüm oluşturunuz.

Sonuçlandırma

1. Yaprağından ürettiğiniz aşkın gözyaşları bitkisi, ana canlıya benziyor mu?

2. Yeni bir aşkın gözyaşı bitkisi üretmek için neden bitkinin yaprağını seçtiniz?

3. Bu tür çalışmalar başka hangi bitkilerle yapılabilir?



2. BÖLÜM

MAYOZ VE EŞEYLİ ÜREME

ANAHTAR KAVRAMLAR

Diploit
Döllenme
Eşeyli üreme
Haploit
Krossing over
Mayoz
Sinapsis
Tetrat

HAZIRLIK SORULARI

1. Çevrenizde yer alan bir parkta tüm bitkiler aynı olsaydı iklim koşullarının değişmesi hepsinin birden zarar görmesine neden olurdu. İklim koşullarının değişmesine rağmen bazılarının hâlâ zarar görmemesini nasıl açıklarsınız?

2. Bir tarlada tek başına bulunan bir kayısı ağacının meyve vermesinin nedeni ne olabilir?

3. "Armut, dibine düşermiş." atasözünden yola çıkarak ebeveynlerinize benzemenizi nasıl açıklarsınız?

1. 2. MAYOZ VE EŞEYLİ ÜREME

Karekod 1.3
Mayoz

Sevgili gençler, hiç düşündünüz mü? Aynı anne ve babadan dünyaya gelen çocuklar birbirinden neden farklıdır? Çocuklar; anne ve babasına, akrabalarına benzeyebilir ama birebir onlarla aynı değildirler. Bunun temel sebebi nedir?

Çevrenizi gözlemlediğinizde iki kardeşin hem birbirinden hem de anne ve babasından farklı özellikler taşıdığını görürsünüz. Bunun nedeni, genetik çeşitliliktir. Eşeyli üreyen canlılarda genetik çeşitliliğin temel nedeni, mayoz ve döllenmedir. Mayoz, eşeyli üreyen canlılarda üreme hücrelerinin oluşmasını sağlayan özel bir bölünmedir. Mayoz, canlının üreme organlarında bulunan, 2n kromozoma (diploit) sahip olan üreme ana hücrelerinde gerçekleşir. Üreme ana hücresinden mayoz sonucu 4 tane n kromozomlu (haploit) hücre oluşur. Oluşan hücreler, genelde **gamet** olarak adlandırılan üreme hücrelerine dönüşür. Bölünme sonucu oluşan hücreler, ana canlının kromozom sayısının yarısı kadar kromozoma sahiptir. Örneğin insanların vücut hücrelerinde ve üreme ana hücrelerinde 46 kromozom, üreme hücrelerinde ise 23 kromozom bulunur.

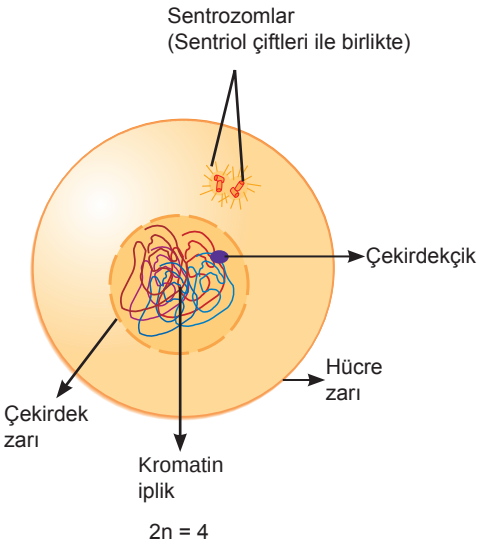
Görsel 1.58: Kardeşler birbirine benzeyebilir ama birbirinin aynısı değildir.

İnsanlarda mayoz ile meydana gelen dişi üreme hücresine **yumurta**, erkek üreme hücresine ise **sperm** adı verilir. Üreme hücrelerinin birleşmesine **döllenme**; döllenme sonucu oluşan 2n kromozomlu hücreye **zigot** denir. İnsan zigotunda 46 kromozom bulunur. Mayozla yarıya inen kromozom sayısı, döllenme ile tekrar iki katına çıkar. Böylece eşeyli üreyen canlılarda mayoz ve döllenme ile tür içi kromozom sayısı sabit tutulur. Yeni oluşan gen kombinasyonları sayesinde de tür içi çeşitlilik sağlanır (Görsel 1.58).

Mitozda olduğu gibi mayoz öncesi üreme ana hücresinde bölünme hazırlıklarının tamamlandığı **interfaz** adı verilen süreç başlar.

İnterfaz

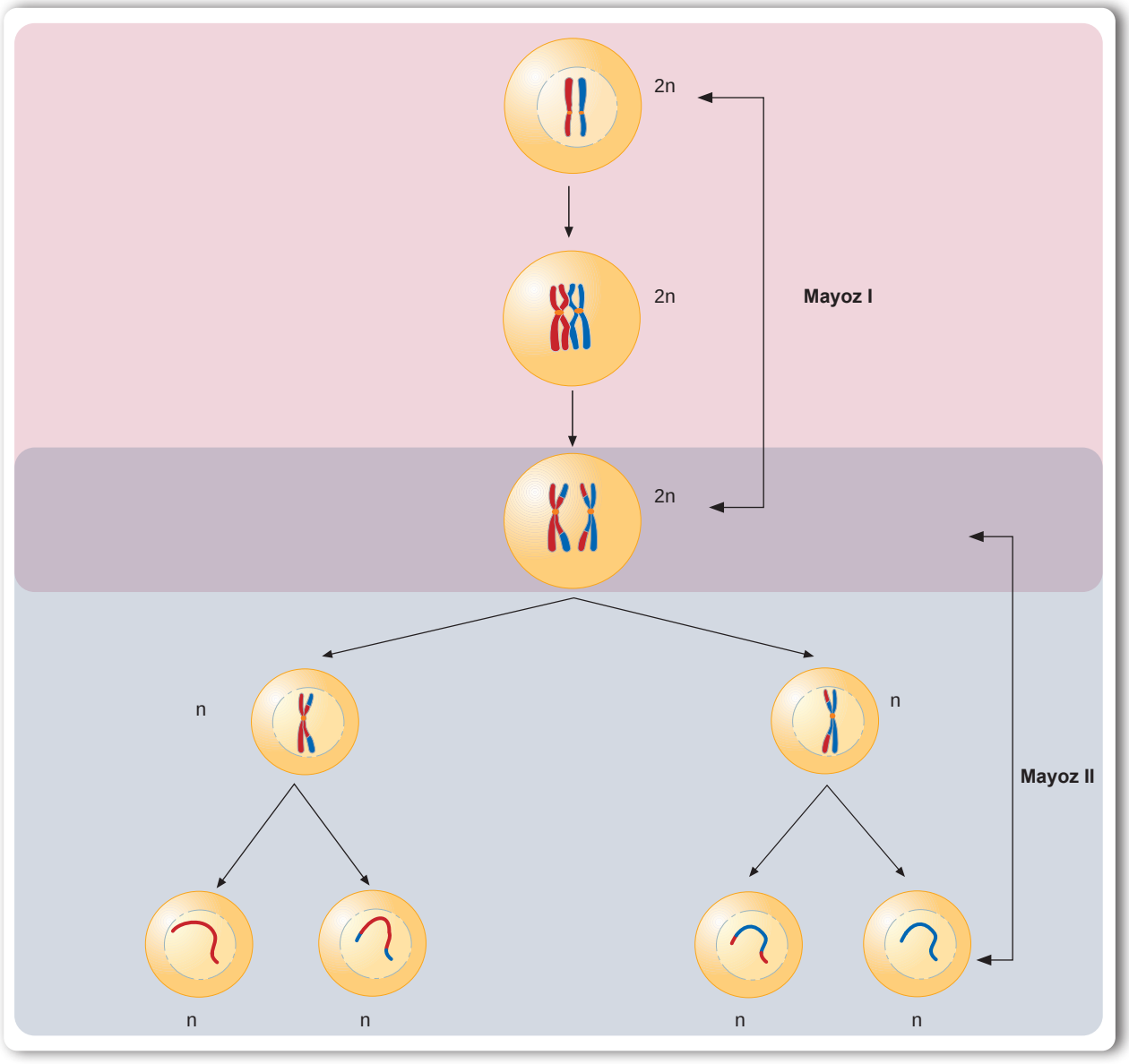
Mitozda görülen interfazla aynıdır. Üreme ana hücrelerinde genetik materyal (DNA) eşlenir ve miktarını iki katına çıkarır. Hayvan hücrelerinde sentrozom eşlenmesi, bu evrede gerçekleşir (Görsel 1.59). İnterfazda büyüme, solunum, ATP sentezi, protein sentezi ve metabolizma hızı artar.



Görsel 1.59: İnterfaz

1. 2. 1. MAYOZ

- Mayoz, birbirini takip eden mayoz I ve mayoz II aşamalarından oluşur. DNA'nın bir kez eşlenmesinden sonra arka arkaya iki çekirdek ve iki sitoplazma bölünmesi gerçekleşir (Görsel 1.60).
- Mayoz ile kromozom sayısı yarıya inmiş ve kalıtsal özellikleri birbirinden farklı üreme hücreleri oluşur.



Görsel 1.60: Mayoz

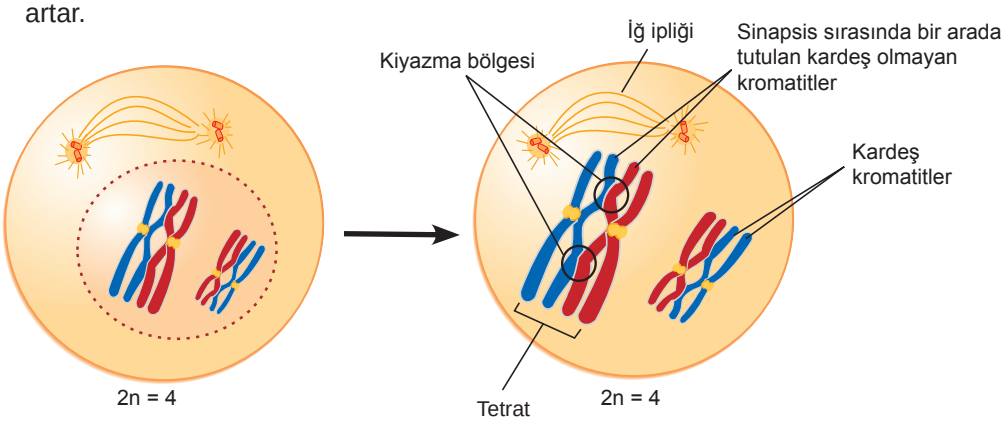
Mayozun Evreleri

A) Mayoz I

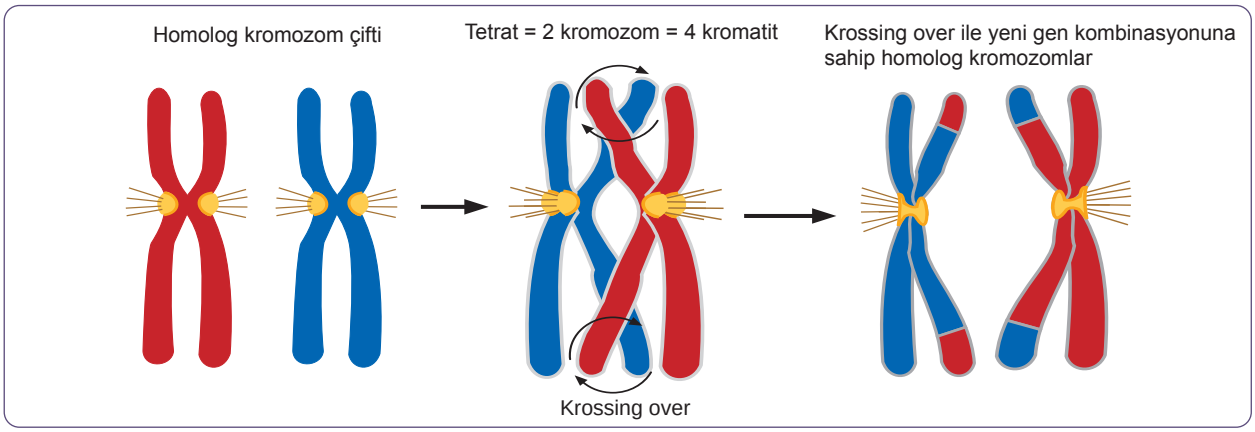
Mayoz, interfazdan sonra mayoz I aşamasıyla başlar. Kromozom sayısını yarıya indiren ve kalıtsal çeşitlilik oluşturan bir bölünme sürecidir. Mayoz I; profaz I, metafaz I, anafaz I, telofaz I evrelerinden oluşur.

Profaz I

- Mayozun en uzun ve en karmaşık evresidir.
- Kromatin iplikler, kıvrılıp katlanır ve yoğunlaşarak kromozomları oluşturur.
- Çekirdekçik kaybolur, çekirdek zarı parçalanır.
- Hayvan hücrelerinde eşlenen sentrozomlar ve bunların uzantısı mikrotübüllerden iğ iplikleri oluşur.
- Bu evrede mitozdan farklı olarak homolog kromozomlar yan yana gelerek dört kromatitli yapıyı oluşturur. Bu yapıya **tetrat** denir.
- Tetrat sayısı, n sayıda kromozoma eşittir. Tetratları oluşturan homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri aynı hizada çiftler oluşturarak sarmal yapar. Bu olaya **sinapsis** denir. Bu çiftler birbiriyle temas eder. Krossing overin gerçekleştiği bu temas bölgelerine **kiyazma** denir (Görsel 1.61).
- Homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitlerinin kiyazma noktalarından karşılıklı gen değişimi yapmalarına **krossing over** denir (Görsel 1.62). Krossing over sayesinde oluşan yeni gen kombinasyonları, birbirinden farklı gametlerin oluşmasını sağlar. Krossing over, genetik çeşitlilik için çok önemli bir kaynaktır. Her mayozda tetrat ve sinapsis oluşumu gözlenir ancak krossing over her zaman gerçekleşmeyebilir. Bir kromozom üzerinde bulunan genler arasındaki uzaklık arttıkça krossing over olma olasılığı da artar.



Görsel 1.61: Profaz I



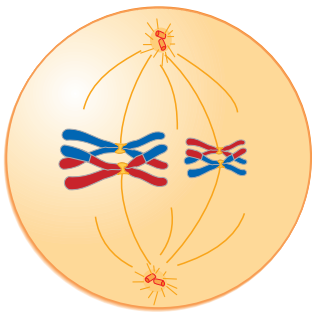
Görsel 1.62: Krossing over

BİLGİ KUTUSU

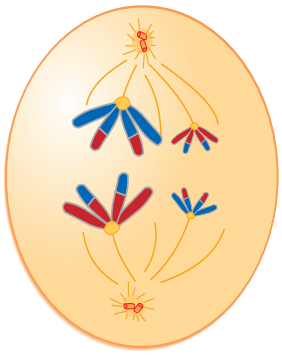
Krossing over olayı, bir mutasyon çeşidi değildir. Genlerin yapısını değiştirmez, kromozomların gen dizilimlerini değiştirir. Türe ait bireylerde yeni kombinasyonların ortaya çıkma ihtimalini artırır.

Metafaz I

- Tetrat hâlindeki homolog kromozomlar, kinetokorlarından kinetokor mikrotübüllerine tutunur.
- Hücrenin ekvatoral bölgesinde birisi bir kutba, diğeri diğer kutba dönerek rastgele karşılıklı konumlanır. Bu konumlanma kalıtsal çeşitliliğe neden olur (Görsel 1.63).



Görsel 1.63: Metafaz I



2n = 4

Görsel 1.64: Anafaz I

Anafaz I

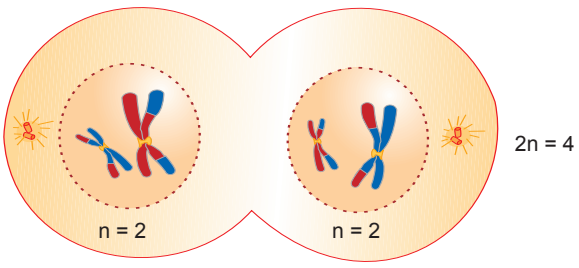
- Homolog kromozomlar, iğ iplikleri sayesinde birbirinden ayrılarak hücrenin zıt kutuplarına doğru çekilir. Bu işlemde, mitozdaki gibi kromatitler değil kromozomun tamamı çekilir. Bu olay sonrasında hücrenin her iki kutbunda iki kromatitli n sayıda kromozom vardır.
- Homolog kromozomların ayrılması, oluşan hücrelerin kromozom sayısının ana hücreninkinin yarısı kadar olmasına neden olur.
- Anafaz I' de kromozomların kutuplara rastgele çekilmesi başka bir deyişle bağımsız açılımın gerçekleşmesi kalıtsal çeşitliliğin temel nedenlerindendir. Profaz I'de krossing over olmasa da bu olay sayesinde genetik çeşitlilik sağlanır (Görsel 1.64).

Telofaz I ve Sitokinez I

- Kromozomların kutuplara çekilmesi tamamlanır ve kromozomlar belirgin şekillerini kaybetmeye başlar.
- İğ iplikleri kaybolur, çekirdek zarı ve çekirdekçik türe özgü olarak yeniden oluşabilir.
- Bu evrede her bir kutupta haploit kromozom takımı bulunur.
- Genellikle telofaz ile başlayan sitoplazma bölünmesi hayvan hücrelerinde anafazda başlayabilir (Görsel 1.65).

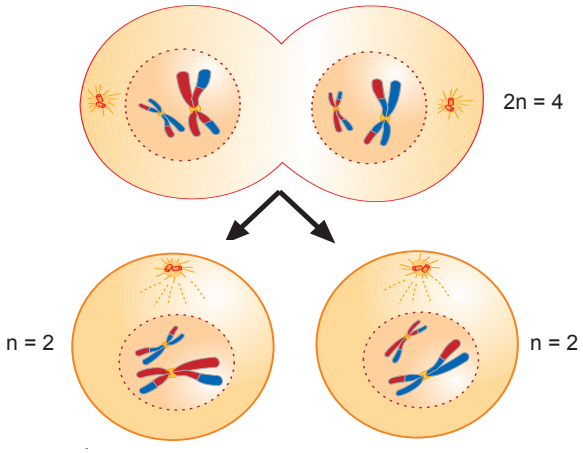
ARAŞTIRINIZ

Mayoz I'in profazı ile mitozun profazı arasındaki farklılıklar nelerdir?



Görsel 1.65: Telofaz I

- Sitoplazma bölünmesi; hayvan hücrelerinde boğumlanma, bitki hücrelerinde ara lamel oluşumu ile gerçekleşir.
- Sitokinez olayı sonucunda genetik yapısı birbirinden farklı, haploit (n) kromozomlu 2 tane hücre meydana gelir (Görsel 1.66).



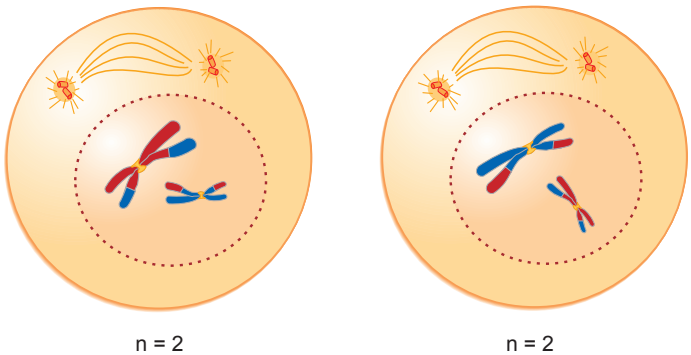
Görsel 1.66: Sitokinez I

B) Mayoz II

- Mayoz I sonucu oluşan n sayıda kromozoma sahip iki hücre, ayrı ayrı mayoz II adı verilen bölünme sürecine girer.
- Mayoz II; profaz II, metafaz II, anafaz II, telofaz II evrelerinden oluşur.
- Mayoz II, kardeş kromatitlerin ayrılmasından dolayı mitoza benzer. Mayoz I'den daha kısa sürer.
- Mayoz II'den önce DNA eşlenmez, varsa sentriol eşlenir.
- Mayoz II sonucunda oluşan hücrelerin hem kromozom sayıları hem de DNA miktarları ana hücrenin yarısı kadardır.

Profaz II

- Mayoz I sonunda çekirdek zarı ve çekirdekçik oluşmuşsa bunlar profaz II'de parçalanarak kaybolur, iğ iplikleri oluşur.
- Kromozomlar belirginleşir. Bu evre profaz I'e göre kısa sürer (Görsel 1.67).



Görsel 1.67: Profaz II

ARAŞTIRINIZ

Mayoz II ile mitoz arasındaki farklılıklar nelerdir?

BİLGİ KUTUSU

Mayoz II'de kardeş kromatitler ayrılır. Kromatitler ayrıldığı için sadece DNA miktarı, yarıya iner. Kromozom sayısı değişmez.

Metafaz II

- Kinetokorlarından mikrotübüllere bağlanmış kromozomlar, kardeş kromatitli hâlde hücrenin ekvator düzlemine tek sıra hâlinde dizilir. Mayoz I de krossing over olduğundan, her kromozomun kardeş iki kromatiti genetik olarak birbirinin aynı değildir (Görsel 1.68).

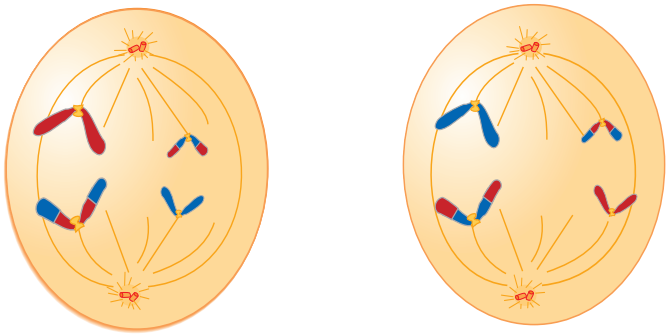
Görsel 1.68: Metafaz II

Anafaz II

- Kardeş kromatitleri sentromerde bir arada tutan proteinlerin yıkılması sonucu kromatitler birbirinden ayrılır.
- Kromatitler, bu aşamadan sonra **kromozom** adını alır ve hücre bölününceye kadar kromozom sayısı iki kat görünür (Görsel 1.69).

BİLGİ KUTUSU

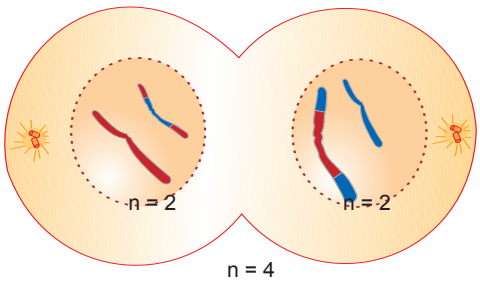
Mayozla oluşan haploit kromozomlu (n) üreme hücreleri, tekrar mayoz geçiremez.



Görsel 1.69: Anafaz II

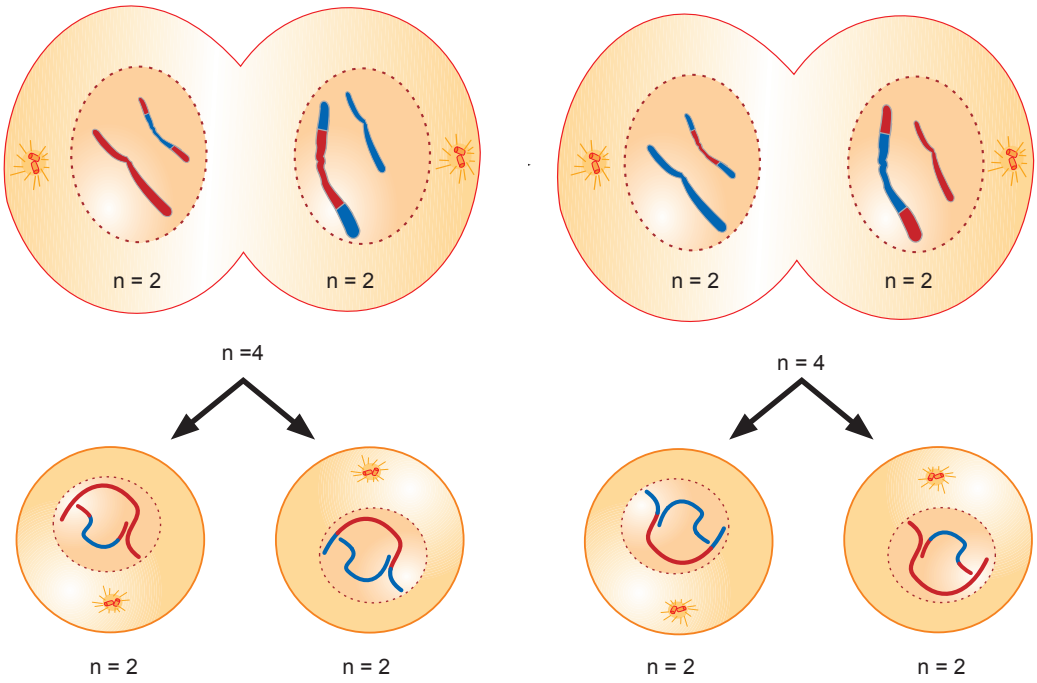
Telofaz II ve Sitokinez II

- Çekirdekler oluşur.
- Çekirdek zarı, çekirdekçik ve endoplazmik retikulum yeniden oluşur ve sitoplazma bölünmeye başlar.
- Telofaz ile sitoplazma bölünmeye başlar (Görsel 1.70).



Görsel 1.70: Telofaz II

- Sitoplazma; hayvan hücrelerinde boğumlanma, bitki hücrelerinde ise ara lamel oluşumu ile bölünür.
- Sitokinez II sonucu haploit kromozom takımına sahip, birbirinden ve atasal hücreden genetik olarak farklı dört kardeş hücre oluşur. dört hücre oluşur (Görsel 1.71).

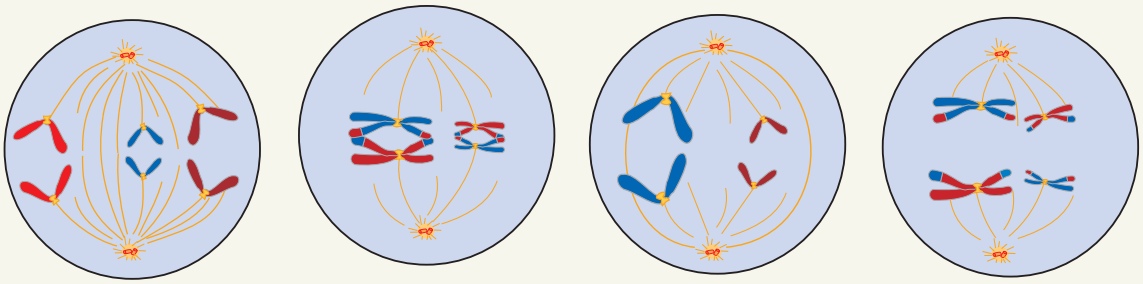


Görsel 1.71: Telofaz II ve sitokinez II

SIRA SİZDE

Aşağıda verilen mayoza ait şekillerin altına evre ismini ve hücrenin kromozom sayısını yazınız.

Örnek Çözüm



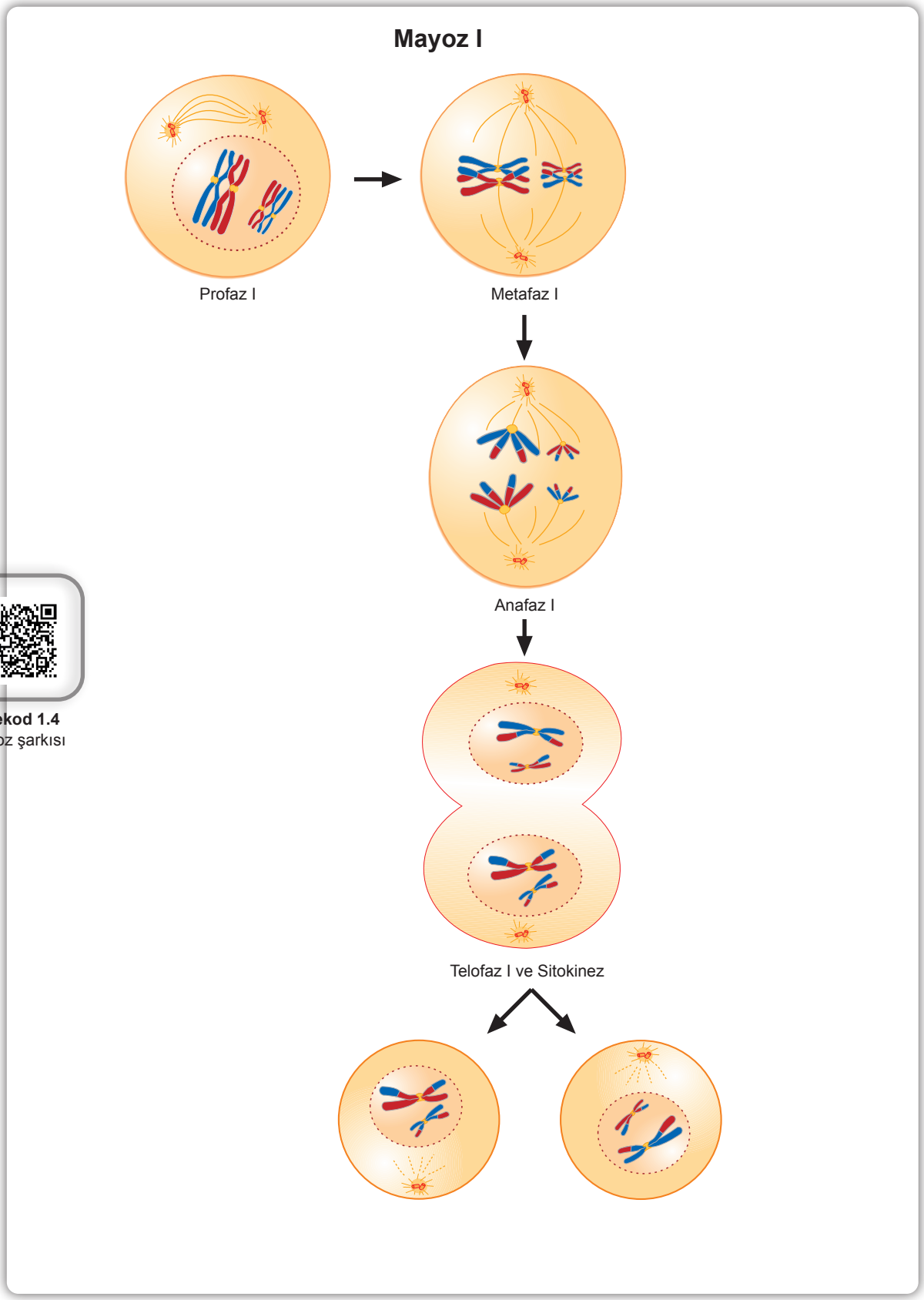
1
2n = 6/mayoz II - anafaz II

2
.....

3
.....

4
.....

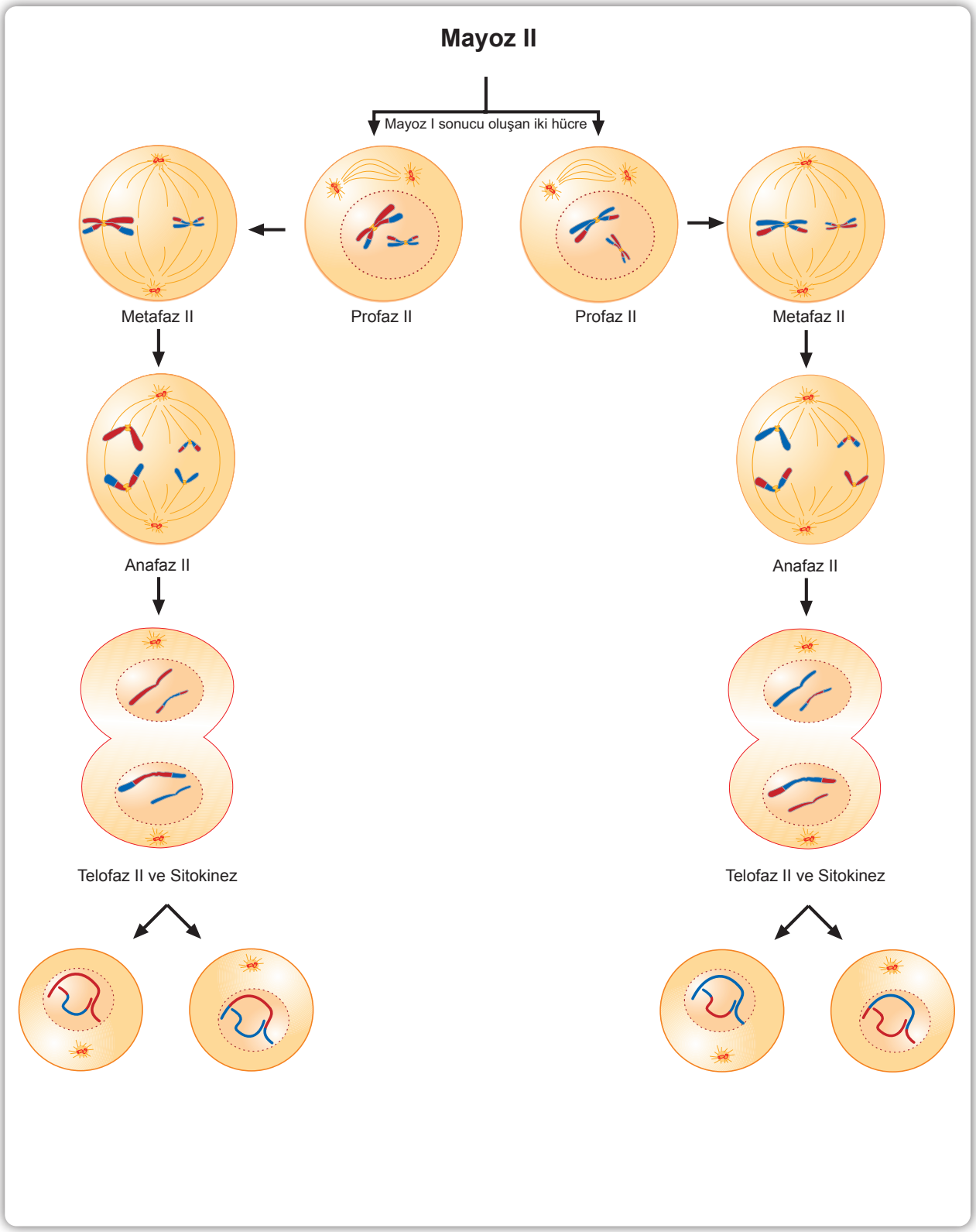
Mayoz I sonucu kromozom sayısı ana hücrenin yarısına sahip iki yeni hücre oluşur (Görsel 1.72).



Karekod 1.4
Mayoz şarkısı

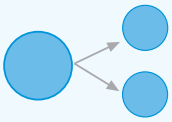
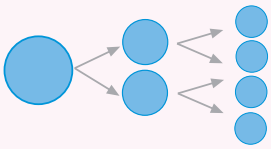
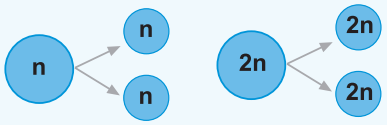
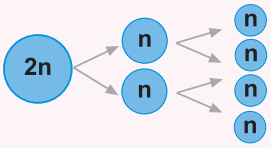
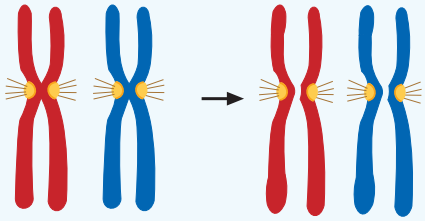
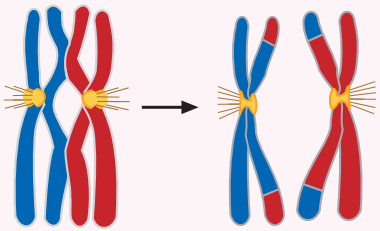
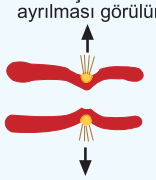
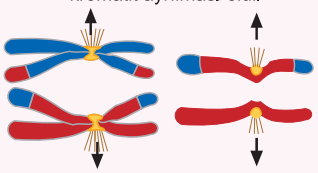
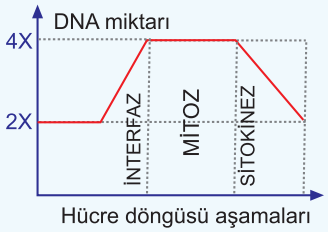
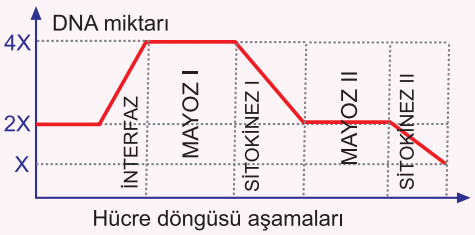
Görsel 1.72: 2n = 4 kromozom sayısına sahip bir üreme ana hücresinde mayoz I

Mayoz II sonucunda haploit (n kromozomlu) 4 tane hücre oluşur. Mayozla oluşan haploit hücreler; olgunlaşma sürecinde sperm, yumurta veya spor hücrelerine farklılaşabilir. Bu hücreler, ana hücreden kromozom sayısı yönüyle farklı oldukları gibi genetik açıdan da hem ana hücreden hem de birbirlerinden farklıdır (Görsel 1.73).



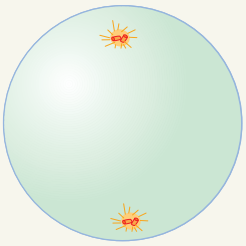
Görsel 1.73: 2n = 4 kromozom sayısına sahip bir üreme ana hücresinde mayoz II

Mitoz ve Mayozun Karşılaştırılması

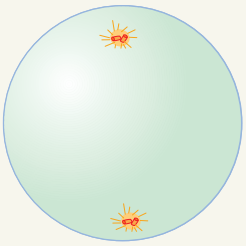
Mitoz	Mayoz
Bir hücrenin bölünmesi sonucu iki yeni hücre oluşur. 	Bir üreme ana hücresinden dört yeni hücre oluşur. 
Kromozom sayısı ana hücre (n, 2n) ile aynı olan yeni hücreler (n, 2n) oluşur. 	Kromozom sayısı ana hücrenin yarısı kadar olan yeni hücreler oluşur. 
Profazda krossing over gerçekleşmez. 	Profaz I'de krossing over gerçekleşebilir. 
Zigot döneminde başlayarak yaşam boyu devam eder.	Bireyin eşeysel olgunluk döneminde gerçekleşir.
Mitozun anafazında kardeş kromatit ayrılması görülür. 	Mayozda anafaz I'de homolog kromozom, anafaz II'de kardeş kromatit ayrılması olur. 
Mitoz sonucu oluşan hücrelerdeki DNA miktarı bölünen hücre ile aynıdır. 	Mayoz sonucu oluşan hücrelerdeki DNA miktarı bölünen ana hücrenin yarısı kadardır. 

SIRA SİZDE

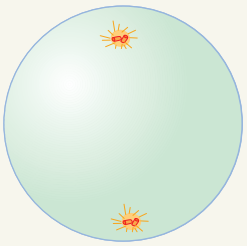
Aşağıda verilen 2n = 6 kromozomlu hücrenin mayoz evrelerini şekil üzerinde çiziniz.



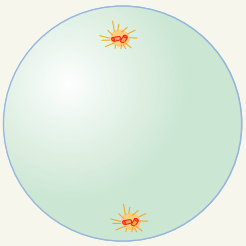
Metafaz I



Anafaz I



Metafaz II



Anafaz II

ETKİNLİK

Etkinlik No. : 1.4

Araç Gereç

- Kendi belirlediğiniz araç gereci kullanınız.

Etkinliğin Adı: Mayozu açıklayan elektronik sunu

Etkinliğin Amacı: Mayozu elektronik sunumla açıklamak.

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Uygulama

- Sınıfta dörder kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görevleri paylaşınız ve yardımlaşarak çalışınız.
- Çalışma grubunuzla sunu için gerekli olan bilgisayar programlarını kullanarak mayozu elektronik bir sunu (animasyon, video vb.) şeklinde hazırlayınız.

Sonuçlandırma

1. Hazırladığınız sunuyu sınıf içinde arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. Mayozun özellikleri nelerdir? Arkadaşlarınızla tartışınız.

.....

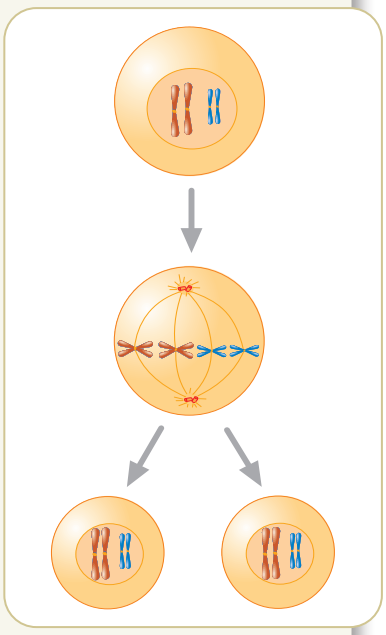
.....

SIRA SİZDE

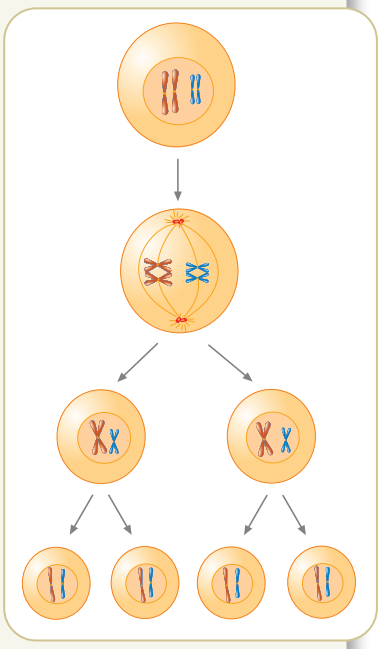
MİTOZ VE MAYOZUN KARŞILAŞTIRILMASI

MİTOZ	MAYOZ
n, 2n ve 3n kromozomlu canlıların bölünme yeteneği olan hücrelerinde gözlenir.	
	Eşeyli üreyen 2n kromozomlu canlılarda n kromozomlu üreme hücrelerinin oluşmasını sağlar.
	Bir hücreden bölünme sonucu 4 yeni hücre oluşur.
	Oluşan hücreler birbirinden ve atasal hücrelerden farklı genetik yapıya sahiptir.
Kardeş kromatitler, ayrılarak yavru hücrelere geçer.	
	Çekirdek ve sitoplazma bölünmesi iki defa gerçekleşir.
Oluşan hücreler tekrar mitoz geçirebilir.	
Tetrat, sinapsis ve krossing over olayları görülmez.	
	Bölünme sonucu kromozom sayısı yarıya iner.
Çok hücreli canlılarda zigot oluşumundan canlının ölümüne kadar devam eder.	

MİTOZ



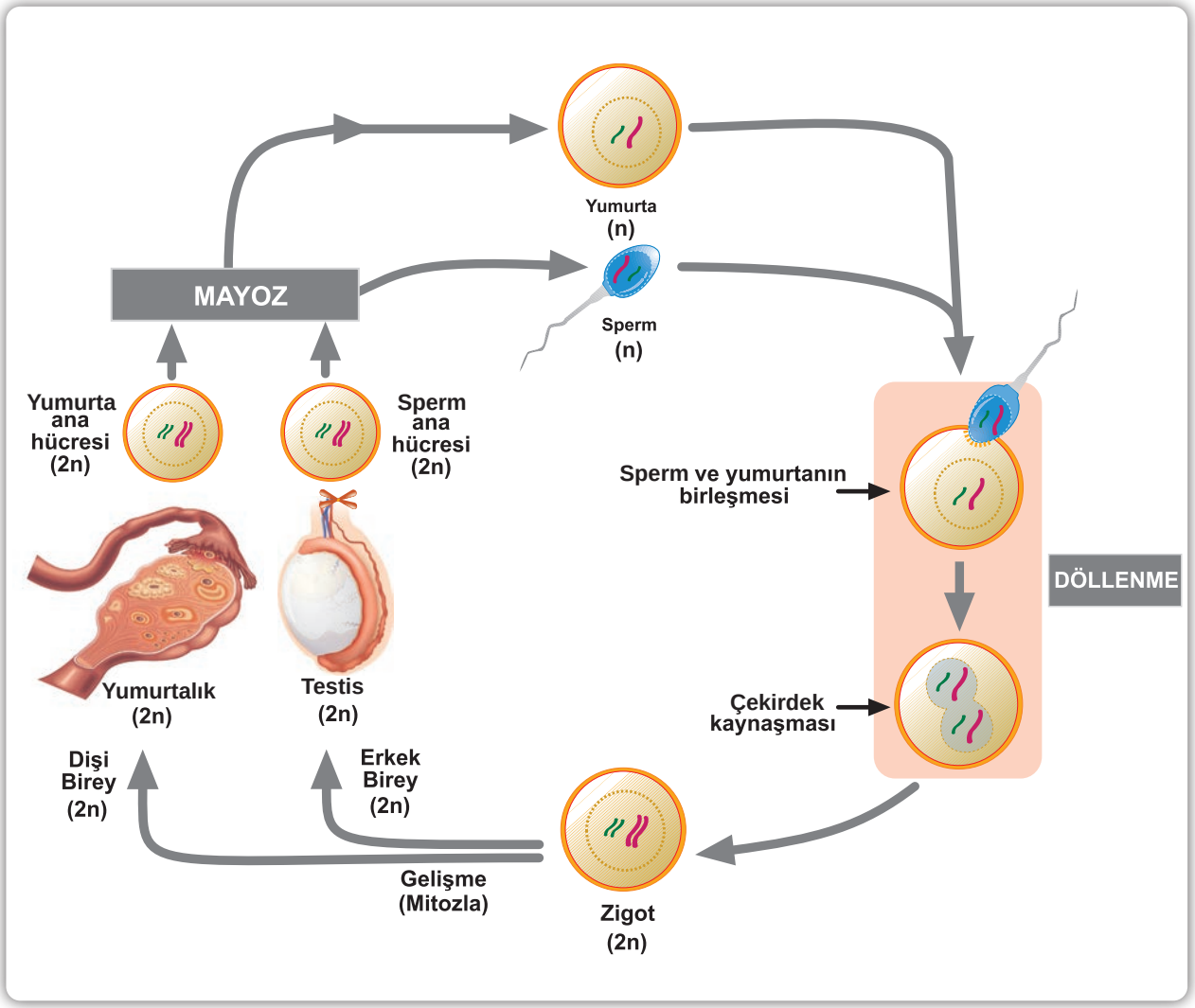
MAYOZ



Yukarıda verilen tabloda mitoz ve mayozun karşılaştırılması yapılmıştır. Boş bırakılan kutucukları bu karşılaştırmaya uygun şekilde doldurunuz.

1.2.2. EŞEYLİ ÜREME

Eşeyli üreme; türü aynı, genellikle cinsiyetleri farklı olan iki bireyin üreme hücrelerinin birleşmesiyle gerçekleşir. Temelini mayoz ve döllenme oluşturur. Eşeyli üreyen canlıların üreme organlarında bulunan üreme ana hücrelerinde gerçekleşen mayoz ile haploit (n kromozomlu) gametler oluşur. Dişi bireyde oluşan gametlere **yumurta**, erkek bireyde oluşan gametlere **sperm** adı verilir. Gametlerin birleşip çekirdeklerinin kaynaşması ise **döllenme**dir. Döllenme ile 2n kromozomlu **zigot** meydana gelir. Böylece mayozla yarıya inen kromozom sayısı, döllenme ile yeniden iki katına çıkar. Zigot, mitozla gelişim aşamalarını tamamlar ve yeni bireyi oluşturur (Görsel 1.74).



Görsel 1.74: Eşeyli üreme

Eşeyli üreme, gametlerin oluşturulması (mayoz) ve gametlerin birleşmesi (döllenme) olmak üzere iki aşamada gerçekleşir. Eşeyli üreme, genetik açıdan birbirinden farklı gametlerin birleşmesi ile gerçekleşir. Bu nedenle, eşeyli üremede yeni gen kombinasyonlarına sahip bireyler meydana gelir. Eşeyli üremede mayoz bölünme ve döllenme olaylarının gerçekleşmesi sayesinde kalıtsal çeşitlilik sağlanır.

Karekod 1.5
Mayoz ve Eşeyli üreme

Ortaya çıkan bu kalıtsal çeşitlilik, çoğu zaman yavruların değişen ortam koşullarına uyum yeteneğini artırır.

Bitki, hayvan, mantarların çoğunda ve bazı protistlerde çoğalma eşeyli üreme ile gerçekleşir (Görsel 1.75, 1.76). Oluşan her yavruda anne ve babadan gelen genler bulunur. Böylece her iki ebeveynin genetik karışımı olan yavrular ortaya çıkar.

Görsel 1.75: Elma bitkisinde eşeyli üremeyi sağlayan çiçekler

Görsel 1.76: Kurbağalarda eşeyli üreme

BİLİYOR MUSUNUZ?

Eşeyli üreyen canlılarda genellikle erkek ve dişi bireyler bulunur. Omurgasız hayvanların bazılarında ve birçok bitki türünde cinsiyet ayırımı yoktur. Tek bireyde, hem erkek hem dişi üreme organları bir arada bulunabilir. Bu tür canlılar, hem sperm hem de yumurta üretebilir. Böyle canlılara **hermafrodit** adı verilir. Çarkıfelek, şeftali, süsen, orkide ve bezelye gibi bitkiler; toprak solucanı, güve, istiridye gibi hayvanlar bu tür canlılara örnek verilebilir.

Hermafrodit canlıların kendi ürettiği gametlerin birleşmesine **kendini dölleme** denir. Kendini döllemede çeşitlilik olmasına rağmen bazı hermafrodit canlılar, kendini döllemeyi engellemek için çeşitli adaptasyonlara sahiptir. Örneğin toprak solucanı, yumurta ve spermi farklı zamanlarda üreterek hermafroditliğini kullanmaz. Farklı bir toprak solucanı ile çiftleşerek tür içi çeşitlilik olasılığını artırır.

1. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Hayvan hücrelerinde sitoplazma bölünmesi sırasında ..... olayı gerçekleşir.

2. ..... kromozomların kromatin iplik hâline dönüştüğü, çekirdek zarı ve endoplazmik retikulumun yeniden oluştuğu mitoz evresidir.

3. Kromozomların ekvatoral düzlemde dizildiği mitoz evresi .....dır.

4. Hücrenin bölünmeye hazırlandığı evre ..... olarak adlandırılır.

5. Komozomların uzunluklarına, sentromer yerlerine ve bantlaşma özelliklerine göre sınıflandırılıp dizilmesine ..... denir.

6. Mitozun profazında kromozomlar, iki kromatitli yapıdadır ve kromatitler ..... ile birbirine tutunur.

7. Kromozomların sentromer bölgelerinde her bir kromatit için ..... adı verilen protein vardır.

8. Gelişmiş bitki hücrelerinde ..... yoktur. Bu nedenle iğ ipliklerinin oluşumu mikrotübül organize edici merkez tarafından oluşturulur.

9. Eşeysiz üreme sonucu kalıtsal ..... ortaya çıkmaz.

10. Ana canlının vücudunda meydana gelen çıkıntıdan yeni canlının oluşmasına ..... ile üreme denir.

11. Bitkilerde kök, gövde, dal ve yaprak gibi kısımlar aracılığıyla gerçekleşen üreme şekli ..... olarak tanımlanmaktadır.

12. ....., hem canlıların sahip oldukları özelliklerin korunması hem de neslin devamının sağlanmasında etkili bir üreme şeklidir.

13. Döllenmemiş yumurtanın gelişerek yeni bir birey oluşturması olayına ..... denir.

14. Eşeyli üreyen canlılarda ..... ve ..... olayları sayesinde türün kromozom sayısı sabit kalır.

B) Aşağıda I. sütunda numaralar ile verilen ifadeleri, II. sütundaki harf ile verilen ifadelerle eşleştiriniz. Eşleştirdiğiniz harfleri I. sütundaki parantezin içine yazınız.

15.

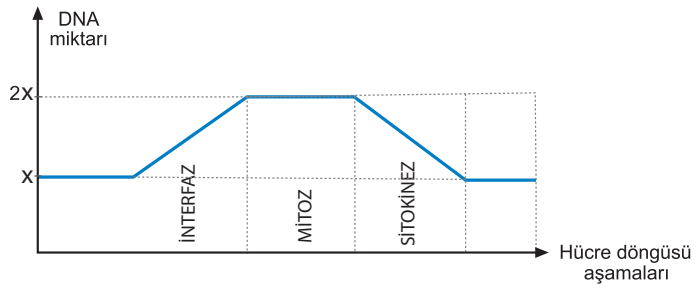
I	II
1. ( ) Ayrık otu ve zencefil gibi bitkilerde görülen eşeysiz üreme tipidir.	**a** Metafaz
2. ( ) DNA'nın kendini eşlediği evredir.	**b** Hücre plağı
3. ( ) Bitkilerde gerçekleşen eşeysiz üreme olayının genel adıdır.	**c** Rejenerasyon
4. ( ) Kromozomların en net görüldüğü evredir.	**ç** Vejetatif üreme
5. ( ) Bir hücreli canlılardan paramesyumda görülen eşeysiz üreme çeşididir.	**d** Profaz
6. ( ) Kromatin ipliklerin kısalıp kalınlaşarak kromozoma dönüştüğü evredir.	**e** İnterfaz
7. ( ) Bazı canlıların kopan ya da eksilen kısımlarının onarılması olayıdır.	**f** Bölünerek üreme
8. ( ) Bitkilerde sitoplazma bölünmesi sırasında oluşturulan yapıdır.	**g** Rizomla üreme
9. ( ) Hücre sayısını artıran ancak kromozom sayısını değiştirmeyen bölünme çeşididir.	**ğ** Anafaz
10. ( ) Kardeş kromatitlerin birbirinden ayrılarak hücrenin zıt kutuplarına çekildiği evredir.	**h** Mitoz
11. ( ) Dişi ve erkek üreme hücrelerinin birleşmesi olayıdır.	**ı** Döllenme
12. ( ) Tetrat ve krossing over olaylarının görüldüğü evredir.	**i** Tomurcuklanma ile üreme
	j Profaz I
	k Anafaz I

C) Aşağıdaki açık uçlu soruların cevabını boş bırakılan alana yazınız.

16. Mitozda kardeş kromatitlerin birbirinden ayrılmasının sonuçları nelerdir?

.....

17.



Yukarıdaki grafikte diploit bir hücrenin mitozundaki DNA miktarının değişimi gösterilmektedir. Sizler de grafikteki sayısal verilere dayanarak bu hücrenin mayozu sırasında DNA miktarındaki değişimi gösteren bir grafiği aşağıdaki boşluğa çiziniz.

18. Bahçecilikte bitkileri tohumdan üretmek yerine aşılama, çelikleme gibi yöntemlerin tercih edilmesinin sebepleri nelerdir?

.....

19. Profaz I'de gerçekleşen krossing over olayının önemini açıklayınız.

.....

20. Mayoz bölünmede kalıtsal çeşitliliğe neden olan olaylar nelerdir?

.....

21. 2n = 6 kromozomlu bir hücrede mitozun metafazıyla mayozun metafaz I'inin şeklini aşağıdaki boşluğa çizerek karşılaştırınız.

22. Eşeyli üreyen canlılarda tür içi kromozom sayısının nesiller boyu sabit kalmasını sağlayan olaylar nelerdir?

.....

23-25. soruları aşağıda verilen metne göre cevaplandırınız.

KÖK HÜCREDEN ÜREME HÜCRESİ ELDE ETME

Fare embriyosundan alınan kök hücreleri sperm üreten hücrelere dönüştürülüp bu hücreler farelerin testislerine nakledilmiş. Farelerin ürettiği spermler dişi farelerin yumurtalarına enjekte edilerek dişi farelerin rahmine yerleştirilmiş. Sonuçta yapay spermlerden hamile kalan dişi fareler sağlıklı yavrular dünyaya getirmiş. Bu yavruların büyüdüklerinde normal üreme yeteneğine sahip olduğu görülmüş. Yapılan çalışmalarda fare embriyosundan alınan kök hücreler, çeşitli kimyasal maddelerle uyarılarak olgunlaşmamış sperm hücreleri üretilmiştir. Daha sonra da bu hücreler hormonlara maruz bırakılmıştır. Laboratuvar çalışmaları ile bu hücrelerin doğru kromozom ve DNA içeriğine sahip olmaları sağlanmıştır.

Yukarıda anlatılan bilimsel çalışmada gelecekte insanlardan alınan deri ya da kemik iliğinden alınan hücrelerle sperm yapılabileceği belirtilmektedir. Bu durumun insanlara uygulanabilmesi için daha çok çalışma gerektiği bilinmektedir. Bilim insanlarına göre bu yöntem insanlarda etik, güvenli ve etkili olarak kullanıldığında yapay döllenme veya tüp bebek tedavilerinde uygulanabilecektir.

23. Bilim insanları bu çalışmalarda neden fareleri kullanmış olabilir?

.....
.....
.....

24. Bu çalışmada anlatılan kemik iliği kök hücresinden sperm elde etme yöntemi insanlarda uygulanacak olursa hangi problemlere çözüm üretilebilir?

.....
.....
.....

25. Bu çalışmada bahsedilen kemik iliği kök hücresi ifadesi ile asıl anlatılmak istenen hangisidir?

A) Kemik iliğinden alınan farklılaşmamış hücre
B) Kemik iliğinden alınan doku
C) Kemik iliğinden alınan kromozomlar
D) Kemik hücresi
E) Kemik iliğinden alınan farklılaşmış hücre

26-30. soruları aşağıda verilen metne göre cevaplandırınız.

REJENERATİF TIP

Rejeneratif biyoloji; yeni bilimsel çalışmaların ve gelişmelerin ışığında canlıların rejenerasyon mekanizmasını moleküler, hücresel, doku ve organ düzeyinde inceleyen bir bilim dalı olarak ortaya çıktı. Rejeneratif tıp, biyoloji alanındaki çalışmalarda sistematik bilgilerin pratiğe geçirilmesiyle hastaların zarar görmüş veya görevini yapamayan organların ve dokuların tedavisine yeni bir çözüm arayışı sonucunda geliştirildi. Rejeneratif tıp, doku yenilenmesinde rol alan mekanizmaların rejenerasyon yeteneğinden yoksun yapılara aktarılarak yenilenme yeteneği kazandırılmasını amaçlar. Ayrıca yaşlanan ve hastalananan insanlarda ortaya çıkan organ nakli ihtiyacı, rejeneratif tıp alanındaki çalışmaların hızlanmasına ve gelişmesine ortam hazırlamıştır. Bu çalışmalara ilham kaynağı olan bazı organizmalar ve onlarda gözlemlenen rejenerasyon yeteneklerine birçok örnek bulunmaktadır. Rejeneratif çalışmalar sonucu yapay kulak kepçesi, yapay mesane, yapay nefes borusu ve kalp kapakçığı üretilmiştir.

26. Aşağıdakilerden hangileri rejeneratif tıp çalışmaları kapsamına girmektedir?

I. Yapay organ üretimi
II. Zarar görmüş dokuların tedavisi
III. Yanık ve yara izlerinin tedavisi

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

27. Bilim insanları, rejeneratif çalışmalara ilk kez başladıklarında sizce hangi canlılardan ilham almışlardır?

.....
.....
.....

28. Rejeneratif tıp, ülkemizin savunmasında görev alan gazilerimize faydalı olabileceği gibi başka hangi meslek çalışanlarına da faydalı olabilir?

.....
.....
.....

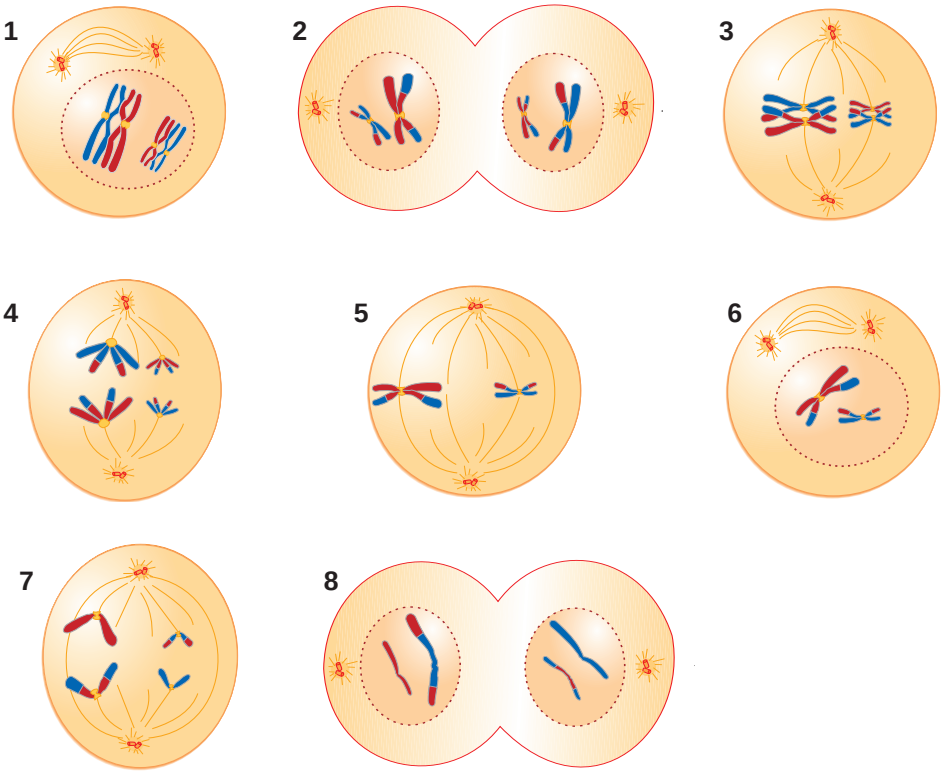
29. Rejeneratif tıp ile günümüzde hangi organların üretimi yapılmaktadır?

.....
.....
.....

30. İnsanlarda rejenerasyon yeteneği çok yüksek olsaydı neler olabilirdi?

.....
.....
.....

31-35. soruları aşağıda verilen şekillere göre cevaplandırınız.



Yukarıdaki şekilde mayoz sırasında gerçekleşen bazı evreler karışık olarak verilmiştir.

31. Bu evrelerin gerçekleşme sırasını doğru olarak yazınız.

.....

32. Homolog kromozomlar, kaç numaralı evrede birbirinden ayrılmıştır?

.....

33. Homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri arasında parça değişimi kaç numaralı evrede gerçekleşmiştir?

.....

34. Kardeş kromatit ayrılması kaç numaralı evrede gerçekleşmiştir?

.....

35. Mayozda çeşitliliğe neden olan temel olaylar kaç numaralı evrelerde gerçekleşir?

.....

Ç) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

36. **Hücrede gerçekleşen**

I. Yüzey/hacim oranının azalması

II. Çekirdeğin sitoplazma üzerindeki kontrol gücünün azalması

III. ATP sentezinin artması

IV. Protein sentezinin artması

durumlardan hangileri hücre bölünmesinin nedenlerindendir?

A) I ve II B) III ve IV C) I, II ve III D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

37. Hücre döngüsü, uzun bir interfaz ve kısa bir bölünme evresinden oluşur. **Hayvan hücrelerinin interfazında aşağıdakilerden hangisi gerçekleşmez?**

A) Protein sentezi hızlanır.

B) ATP üretimi artar.

C) Sentrioller eşlenir.

D) Sitoplazma miktarı artar.

E) Çekirdek zarı kaybolur.

38. Bazı hücrelerin bölünme yeteneği yoktur ya da bu hücreler bölünme yeteneğini kaybetmiştir. **Aşağıdaki hücrelerden hangisi bu duruma örnek gösterilemez?**

A) Embriyo hücresi B) Kas C) Sinir D) Retina E) Sperm

39. Rejenerasyonla ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru değildir?

A) Yeni bir canlı meydana getirebilen rejenerasyonlara vücut düzeyinde rejenerasyon denir.
B) Kaybolan bir organın yerine yenisinin yapılması şeklinde gerçekleşen rejenerasyona organ düzeyinde rejenerasyon denir.
C) Tahrip olmuş bir doku parçasının yenilenmesi şeklinde gerçekleşen rejenerasyona doku düzeyinde rejenerasyon denir.
D) Hayvanlarda gelişmişlik düzeyi arttıkça rejenerasyon yeteneği artar.
E) Rejenerasyon bazı canlılarda sadece onarım amaçlıdır.

40. Aşağıdakilerden hangisi mayoz sırasında gerçekleşmek zorunda değildir?

A) Anafaz II'de kardeş kromatitlerin ayrılması

B) Tetrat oluşumu

C) Krossing over

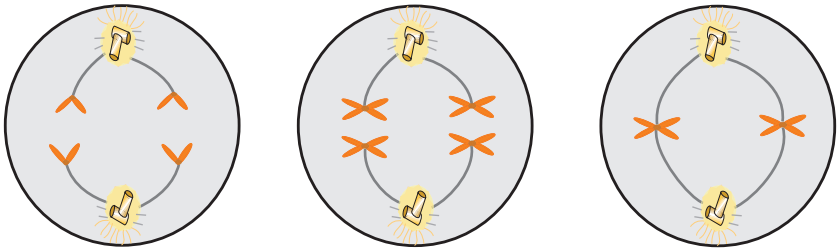
D) Mayoz I sonucu haploit hücrelerin oluşumu

E) Metafaz I' de homolog kromozomların ekvatoral bölgeye dizilmesi

41. Mitoz ile mayozun özellikleri ve karşılaştırmasıyla ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru değildir?

A) Tetrat oluşumu yalnızca mayoz sırasında gözlenir.
B) Mayoz I'den önce DNA replikasyonu gerçekleşmez.
C) Mitoz ve mayoz sonucunda oluşan hücre sayısı aynı değildir.
D) Mitozun anafaz ve mayozun anafaz II evresinde sentromerler bölünür.
E) Mayoz bölünme sonunda oluşan hücrelerin kromozom sayısı haploittir.

42. 2n = 4 kromozomlu bir hücrenin mayoza ait bazı evreleri aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



I II III

Buna göre aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

A) I. evre tamamlanınca n = 4 kromozomlu hücreler oluşacaktır.
B) II. evre anafaz I'i temsil etmektedir.
C) III. evrede homolog kromozomlar arasında krossing over gerçekleşebilir.
D) Evrelerin gerçekleşme sırası III, II, I şeklindedir.
E) III. evre mayoz I'de gerçekleşir.

43. İki bitki parçasının bir bitkiymiş gibi kaynaşıp büyüyecek şekilde birleştirilmesi tekniğine **aşılama** denir.

Bu teknikle ilgili olarak

I. Meyve kalitesi yüksek aşı, topraktaki hastalık etkenlerine dayanıklı anaca uygulanır.
II. Kolay yöntemlerle çoğaltılamayan tür ve çeşitlerin nesillerinin tükenmemesi için aşı uygulamalarından yararlanılır.
III. Aşılama sonrası elde edilecek meyvenin kalitesi, aşı ve anaç bitkinin genleri ile belirlenir.

verilenlerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

44. Aşağıda verilenlerden hangileri mitoz sonucu oluşan sağlıklı iki hücrede farklılık gösterebilir?

I. Kromozom sayısı
II. Mitokondri sayısı
III. Sitoplazma miktarı

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) II ve III E) I, II ve III

45. Bir bakterinin ikiye bölünerek çoğalması sürecinde

I. Mitoz
II. Mayoz
III. DNA eşlenmesi

olaylarından hangileri <u>gerçekleşmez</u>?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

46. Bira mayasından tomurcuklanma ile oluşan yeni bireyin kalıtsal özelliğinin ana canlıdan farklı olduğu tespit edilmiştir.

Bu duruma

I. Döllenme
II. Mutasyon
III. Krossing over

olaylarından hangileri neden olabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

47. Üreme ile ilgili

I. Değişen ortam koşullarına dayanıklı bireylerin oluşabilmesine olanak sağlar.
II. Yavru bireyler, ebeveynleri ile aynı kalıtsal bilgiye sahiptir.
III. Gamet oluşumu görülür.
IV. Krossing over görülebilir.

verilenlerden hangileri eşeyli üremenin özelliklerindendir?

A) I ve II B) II ve III C) III ve IV D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

48. Bal arılarının üremesi ile ilgili olarak

I. Döllenme sonucu meydana gelen larvaların beslenme farkı cinsiyet oluşumunda etkilidir.
II. Erkek bireyler partenogenez ile meydana gelir.
III. Kraliçe arı mitoz bölünme ile n kromozomlu yumurtaları oluşturur.

verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

49. Aşağıdakilerden hangisi kanser hücresini sağlıklı hücreden ayıran özelliklerdendir?

A) Hücrenin yüzey/hacim oranı bozulunca bölünmesi
B) Kontrolsüz çoğalıp dokuları işgal etmesi
C) DNA eşlenmesinin gözlenmesi
D) Mitoz geçirebilmesi
E) Hücre döngüsünü kontrol eden genlerde hasar bulunmaması

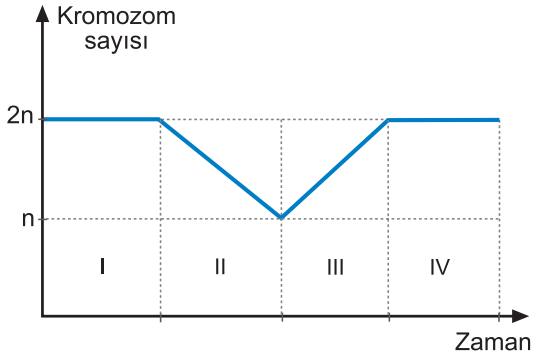
50. Bazı canlıların oluşturduğu spor hücreleri ile ilgili olarak

I. Olumsuz çevre şartlarına dayanıklıdır.
II. Mayoz geçirebilir.
III. Uygun ortamda mitoz ile gelişerek yeni bireyi oluşturabilir.

yukarıda verilen yargılardan hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

51.



Yukarıdaki grafikte I, II, III ve IV. zaman aralıklarında gerçekleşen olaylar aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

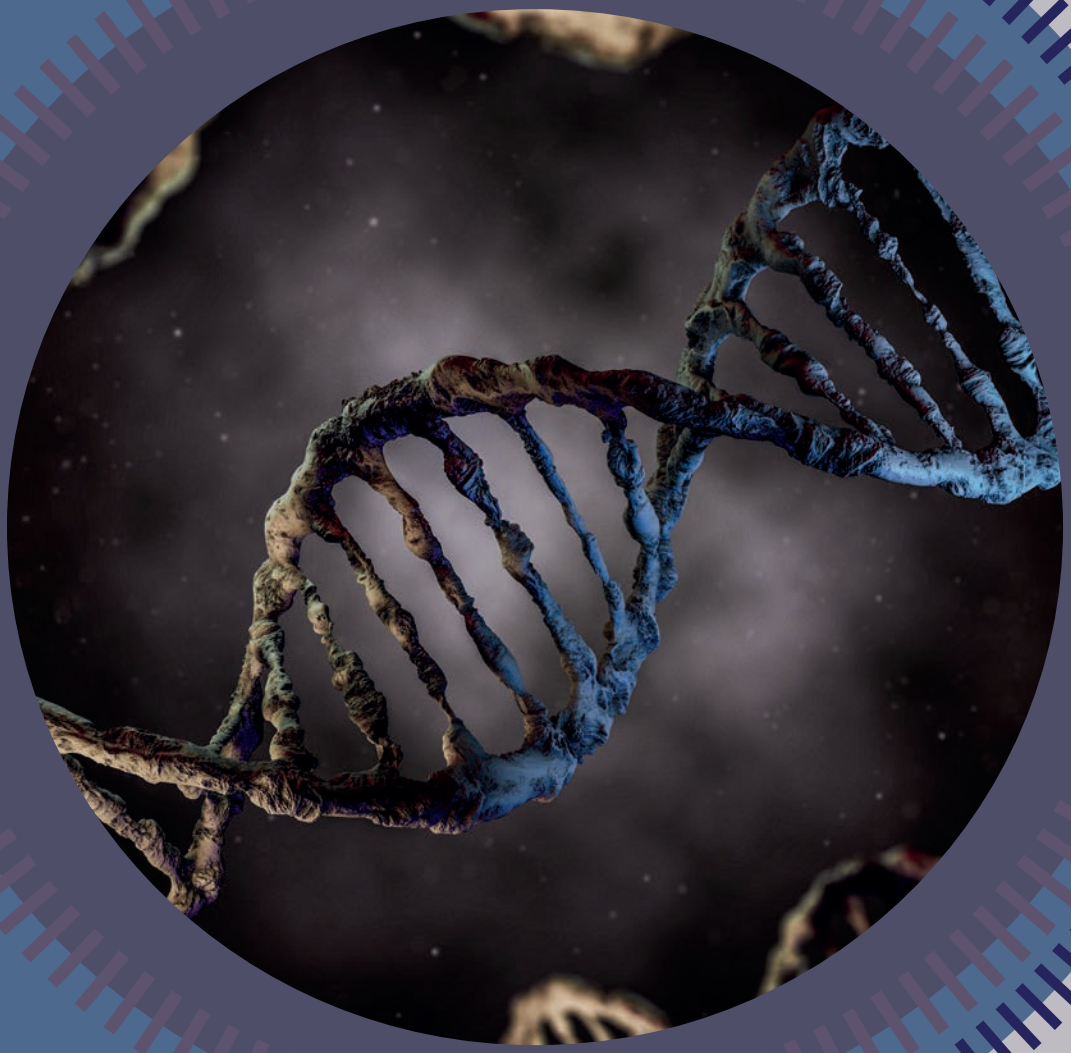
	I	II	III	IV
A)	Mitoz	Mayoz	Döllenme	Mitoz
B)	Mitoz	Döllenme	Mayoz	Mitoz
C)	Mitoz	Döllenme	Mitoz	Mayoz
D)	Döllenme	Mitoz	Mayoz	Mitoz
E)	Döllenme	Mayoz	Döllenme	Mitoz

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı, cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları veya faaliyetleri geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

2. ÜNİTE

KALITIMIN GENEL İLKELERİ



2.1. KALITIM VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK

2.2. GENETİK VARYASYONLARIN BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİ AÇIKLAMADAKİ ROLÜ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Kalıtımın genel ilkelerini, Mendel ilkelerini, monohibrit ve dihibrit çaprazlamayı, kontrol çaprazlamasını, eş baskınlığını, çok alelliliği, kan gruplarını, eşeye bağlı kalıtım ve soyağaçlarını, kalıtsal hastalıkların ortaya çıkma olasılığını ve kalıtsal hastalıklar ile akraba evlilikleri arasındaki ilişkiyi, genetik varyasyonların biyolojik çeşitliliği açıklamadaki rolünü öğreneceksiniz.

1. BÖLÜM

KALITIMIN GENEL İLKELERİ

ANAHTAR KAVRAMLAR

Alel
Biyolojik çeşitlilik
Dihibrit
Dominant
Eş baskınlık
Eşeye bağlı kalıtım
Fenotip
Gen
Genotip
Gonozom
Hemofili
Heterozigot
Homozigot
Monohibrit
Mutasyon
Otozom
Punnett karesi
Rekombinasyon
Renk körlüğü
Resesif
Soyağacı
Varyasyon

HAZIRLIK SORULARI

1. "Hık demiş burnundan düşmüş." deyiminden yola çıkarak anne ve babanızla benzer özellikler taşımanızın nedenleri neler olabilir?

2. Bir insanın sahip olduğu özelliklerin ortaya çıkmasında kalıtım mı, çevresel faktörler mi daha etkilidir?

3. Akraba evlilikleri konusunda neler düşünüyorsunuz? Akraba evliliği yüzünden kalıtsal hastalığa sahip bir tanıdığınız var mı?

2.1. KALITIM VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK

Kromozomlar, DNA ve proteinlerin birlikte oluşturduğu nükleoprotein yapılardır. DNA, canlıya ait kalıtsal bilgiyi içeren genleri taşır. Proteinler ise hem DNA molekülünü destekler hem de olası mutasyonlara karşı DNA molekülünü korur.

Eşeyli üreyen canlılarda mayozla farklı genetik özelliklere sahip gametler oluşur. Mayozun profaz I'inde gerçekleşebilen krossing over ve anafaz I'inde gerçekleşen homolog kromozomların rastgele ayrılması, gamet çeşitliliğini artırır. Değişik kalıtsal özellikleri taşıyan gametlerin birleşmesiyle oluşan yavrular, hem birbirlerinden hem de ebeveynlerinden farklı özelliklere sahip olur (Görsel 2.1).

Görsel 2.1: Aile bireyleri farklı özelikler gösterir.

2.1.1. KALITIMIN GENEL İLKELERİ

Tüm canlılar, kendilerine benzer yavrular oluşturur. Ancak dünyaya gelen bazı yavruların anne ya da babaya daha çok benzediği söylenebilir. İnsanlar, çevrelerinde bulunan canlıların ebeveynlerine benzemesinin tesadüf olmadığını eski çağlarda fark etmişlerdir. İstenen özelliklere sahip ebeveynlerden oluşan yavruların da bu özellikleri taşıdıklarını gözlemlemişlerdir. Bu gözlemlerden yola çıkarak hayvanları da üstün özelliklerine göre seçmiş ve eşleştirmişlerdir. Tarımda kullanılan tohumların çevre koşullarına dayanıklı bitkilerden olmasına dikkat etmişlerdir.

Karekod 2.1
Kalıtımın genel ilkeleri

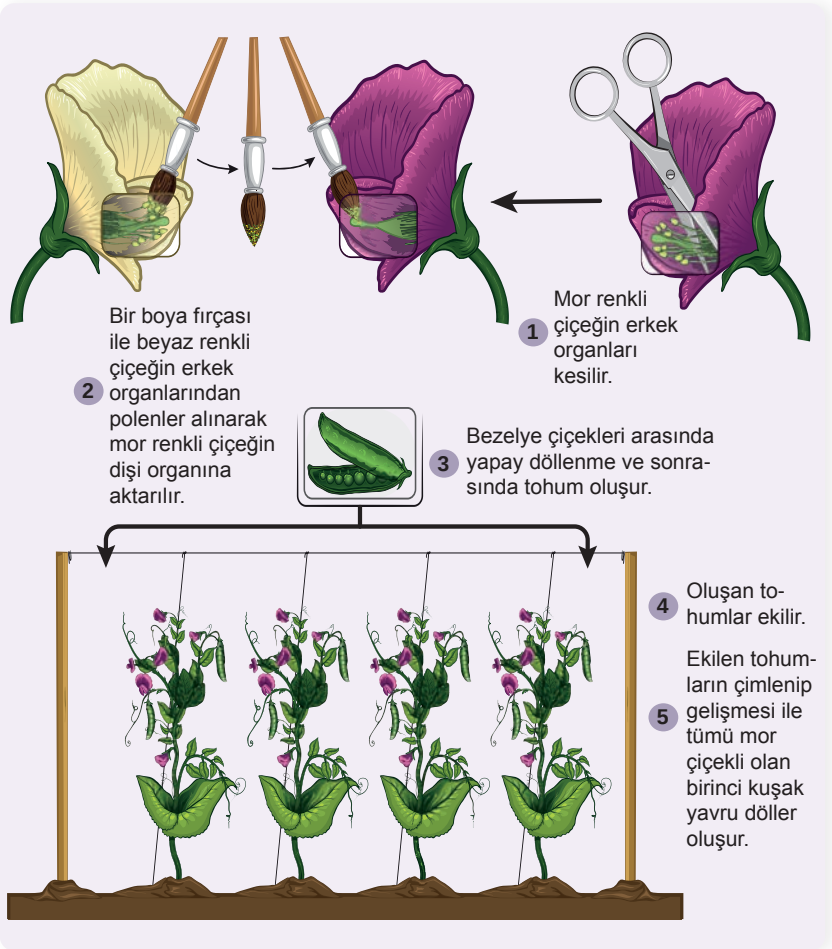
Canlıların sahip olduğu özelliklerin kuşaktan kuşağa nasıl aktarıldığı uzun yıllar merak konusu olmuş ve bu konuda değişik çalışmalar yapılmıştır. Günümüzdeki genetik biliminin temelini 1860'lı yıllarda Gregor Mendel (Gıregor Mendel) atmıştır. Daha sonra yapılan çalışmalarla bugünkü şeklini almıştır. Canlılara ait genetik özelliklerin nesiller boyu aktarımına **kalıtım**, kalıtımı inceleyen bilim dalına da **genetik** denir.

Mendel'in Çalışmaları

Tarihte birçok bilim insanı, yavruların ebeveynlerinden farklı olduğunu görmüş ve bu durumun sebeplerini araştırmıştır. Genetik biliminin temellerini atan Mendel de bu farklılıkları sorgulamış ve yaşadığı yerin bahçesinde yaptığı deneylerle sorularına cevap bulmaya çalışmıştır. Mendel, çalışmalarında bezelye bitkisini seçmiştir.

Bezelye bitkisi, düşük maliyetle kolay yetiştirilebilen ve kısa sürede döl verebilen bir bitkidir. Bezelye çiçeklerinin uzun ve geniş taç yaprakları, üreme organlarını kapatır ve bu durum bezelye çiçeklerinin kendi kendine tozlaşıp döllenmesini sağlar.

Bezelyenin kendi kendine tozlaşmasını engellemek amacıyla farklı bezelye çiçeklerini elle tozlaştırmaya karar vermiştir. Bu yöntemi uygulamak için bezelye çiçeklerinden birinin tüm erkek organlarını kesip çıkarmıştır. Diğer çiçeğin erkek organından aldığı polenleri, bu çiçeğin dişi organına aktarmıştır (Görsel 2.2).



Görsel 2.2: Mendel'in yaptığı tozlaşma denemesi

Bireyler arasında çeşitlilik gösteren ve nesilden nesile aktarılabilen özelliklere **karakter** denir. Her canlının kendi türüne özgü karakterleri bulunmaktadır. Bir karakterin her bir farklı biçimine **özellik** denir. Örneğin tohumun rengi karakterdir, tohumun sarı ya da yeşil renkli olması özelliktir. Mendel bezelye bitkisini incelediğinde; çiçeklerin sap üzerindeki konumu, tohum zarfının rengi ve şekli, tohum rengi ve şekli, göv-

de uzunluğu arasındaki farklar ve çiçek rengi olmak üzere yedi farklı karakter bulmuştur. Mendel, bu karakterlerin rahatça gözlemlendiğini fark etmiştir (Tablo 2.1).

Tablo 2.1: Bezelyelerde Görülen Karakterler ve Özellikler

Karakter / Özellik	Tohum Rengi	Tohum Şekli	Çiçek Rengi	Tohum Zarfı Rengi	Tohum Zarfı Biçimi	Çiçek Konumu	Gövde Uzunluğu
Baskın özellik	Sarı	Yuvarlak	Mor	Yeşil	Şişkin	Ortada	Uzun
Çekinik özellik	Yeşil	Buruşuk	Beyaz	Sarı	Boğumlu	Uçta	Cüce

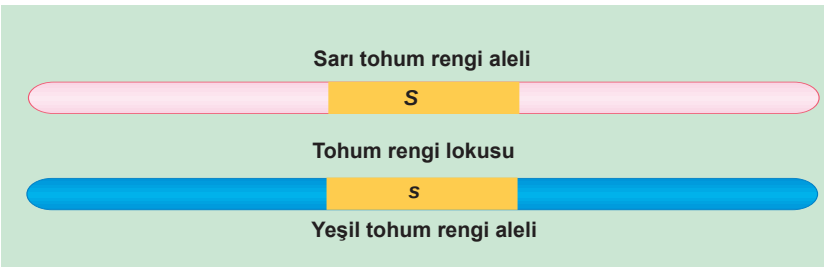
Mendel, çaprazlamalarında oluşan yeni bezelye bitkilerinin tamamı aynı oluncaya kadar birkaç nesil boyunca çaprazlama işlemine devam etmiştir. Bu çalışmaların sonucunda ortaya çıkan, tümü aynı özelliğe sahip olan bezelye bitkilerine **arı (saf) döl** denir. Kendi kendine tozlaşma ve döllenme sonucu oluşacak sonraki kuşaklar, birbirine çok yakın ya da birbirinin aynı olan bireylerden oluşur. Örneğin Mendel yeşil tohum rengine sahip bezelye bitkilerini, birkaç nesil boyunca çaprazlamıştır. Çaprazlamalar sonucu oluşan yeni bezelye bitkilerinin tümünün yeşil tohumlu olduğunu gözlemlemiştir. Mendel, bu bitkilerin saf döl olduğunu kabul etmiş ve deneylerine saf döl bezelye bitkileriyle başlamıştır.

Canlılarda bulunan karakterlerin yavrulara geçmesini sağlayan birimlere **gen** adı verilir. Genler, DNA üzerinde yer alan ve karakterlerin ortaya çıkmasını sağlayan nükleotit dizileridir. Genlerin kromozomlar üzerinde yerleştiği özgün bölgelere **lokus** denir.

Diploit hücreli canlılarda homolog kromozomlar üzerinde karşılıklı olarak bulunan ve aynı karakter üzerinde etkili olan genin farklı formlarından her birine **alel** denir. Bir çift kromozomda karşılıklı bulunan alel sayısı, her karakter için en az iki tanedir. Alellerin biri anneden diğeri babadan gelir. Örneğin bezelyelerde tohum renginin oluşumundan sorumlu aleller, kromozomların belirli bir lokusunda karşılıklı olarak bulunur (Görsel 2.3).

BİLGİ KUTUSU

Mendel'in yaşadığı yıllarda gen ve kromozomlar bilinmemektedir. Mendel, bunların yerine **kalıtım etkeni** ya da **kalıtım faktörü** terimlerini kullanmıştır.



Görsel 2.3: Tohum rengi alelleri

BİLİYOR MUSUNUZ?

Alellerin Özellikleri

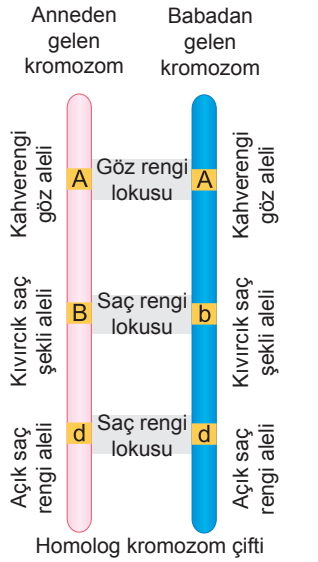
1. Aynı genin farklı biçimleridir.

2. Diploit bir canlı (2n) bir karakter için iki alel taşır.

3. Biri anneden biri babadan gelir.

4. Homolog kromozomların karşılıklı lokuslarında bulunur.

5. Biri baskın biri çekinik, ikisi de çekinik, ikisi de baskın olabilir.



AA: Homozigot baskın karakter
Bb: Heterozigot (melez) karakter
dd: Homozigot çekinik karakter

Görsel 2.4: Farklı karakter çeşitleri

Diploit canlılarda bir karaktere etki eden alellerin aynı olmasına **homozigot (saf ya da arı)**, alellerin farklı olmasına **heterozigot (melez ya da hibrit)** denir. Hem homozigot hem de heterozigotken etkisini fenotipte gösteren alellere **baskın (dominant) alel** denir. Baskın alel, büyük harfle gösterilir. Örneğin sarı tohum rengi aleli "*S*" ile gösterilir. Etkisini sadece homozigotken gösteren alellere ise **çekinik (resesif) alel** denir. Baskın geni ifade eden harfin küçüğü ile gösterilir. Örneğin yeşil tohum rengi aleli "*s*" ile gösterilir.

Canlının sahip olduğu genlerin tümüne **genotip** denir. Genotipte bir karakteri belirleyen alellerin homozigot ya da heterozigot olma durumu belirtilir. Sadece genotip etkisiyle veya genotip ve çevrenin etkisiyle ortaya çıkan gözlenebilir ve ölçülebilir karakter ya da ayırıcı özelliklere **fenotip** denir. Özellik bir tohumun rengi ya da insandaki saç şekli gibi gözle görülebilir. Bunun yanında kan şeker düzeyinin tespiti, biyopsi parçalarında enzim aranması ya da kan gruplarında olduğu gibi gözle görülmeyen fenotipik özelliklerin belirlenmesinde özel testler gerekebilir. Çevreyle etkileşerek ortaya çıkan gen ürünleri de fenotip olarak ifade edilir. İki farklı birey aynı fenotipte oldukları hâlde farklı genotiplere sahip olabilir. Örneğin homozigot (saf) sarı tohumlu bezelye ile heterozigot (melez) sarı tohumlu bezelye aynı fenotipe sahiptir.

Bir karakterle ilgili iki baskın alel varsa (*SS* gibi) **homozigot baskın**, tek baskın alel varsa (*Ss* gibi) **heterozigot baskın** genotipindedir. Kural olarak aynı karakter için kullanılan harflerden büyük olan önce, küçük olan sonra yazılır. Baskın bir özelliğin ortaya çıkması için tek bir baskın alel yeterli olurken çekinik bir özelliğin fenotipte ortaya çıkması için iki çekinik alelin bir araya gelmesi (*ss* gibi) gerekir (Görsel 2.4). Bu da **homozigot çekinik** olarak adlandırılır**.**

Mendel, genetik çalışmalara deneysel ve nicel bir yaklaşım getirmiştir. Mendel kalıtımı, temel olasılık kurallarına uymaktadır. Mendel çalışmalarında ebeveynlerin özelliklerini içeren genlerin yavrulara geçişini, olasılık ilkeleriyle açıklamıştır.

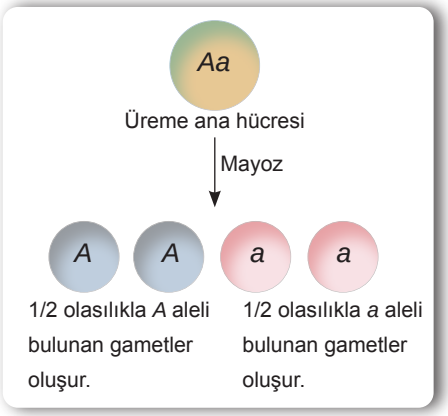
Olasılık İlkeleri ve Uygulamaları

Olasılık, her zaman gerçekleşmeyen ancak gerçekleşmesi beklenen olaylardır. Şansa bağlı olayın bir defa denenmesinden elde edilen sonuçlar, aynı olayın daha sonraki deneme sonuçlarını etkilemez. Çünkü bağımsız olayların sonuçları da bağımsızdır. Örneğin havaya atılan metal bir paranın yazı gelme olasılığı 1/2, tura gelme olasılığı da 1/2'dir. Sekiz kez havaya atılan metal paranın her seferinde yazı gelmesi dokuzuncu atışın sonucunu etkilemez. Dokuzuncu atışta yine tura gelme olasılığı 1/2, yazı gelme olasılığı da 1/2'dir.

1.Örnek: *Aa* genotipine sahip bireyin *A* aleline sahip bir gamet meydana getirme olasılığı nedir?

Çözüm

Aa genotipine sahip bir birey, iki çeşit gamet oluşturabilir. Birinci gamette *A* alelinin bulunma olasılığı 1/2, a alelinin bulunma olasılığı da 1/2'dir. İkinci gamet için de aynı olasılık kuralları geçerlidir.



Şansa bağlı iki bağımsız olayın aynı anda birlikte olma olasılığı, bunların ayrı ayrı olma olasılıklarının çarpımına eşittir. Örneğin aynı anda havaya atılan iki metal paranın birinin yazı gelme olasılığı 1/2, diğerinin de yazı gelme olasılığı 1/2'dir. İkisinin de aynı anda yazı gelme olasılığı bu paraların ayrı ayrı yazı gelme olasılıklarının çarpımına eşittir.

2.Örnek: *AaBbCc* genotipine sahip bireyin *aBc* genotipine sahip bir gamet meydana getirme olasılığı nedir? (Genler bağımsızdır.)

Çözüm

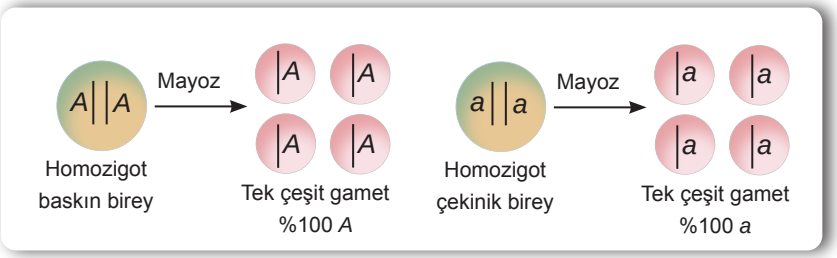
A | | *a* *B* | | *b* *C* | | *c* genotipli bireyde *aBc* genotipine sahip gametin oluşma olasılığı

a *B* *c*

1/2 x 1/2 x 1/2 = 1/8'dir.

Bağımsız Genlerde Gamet Çeşidinin Bulunması

Farklı karakterlere etki eden alellerin farklı kromozomlar üzerinde bulunmasına **bağımsız gen** denir. Diploit canlılarda çiftler hâlinde bulunan aleller, gamet oluşumu sırasında ayrılır ve her gamet bu alellerden sadece birini alır. Bir ya da daha fazla karakter bakımından bağımsız genlere sahip homozigot bireyler, mayoz sonucu tek çeşit gamet oluşturur (Görsel 2.5).



Görsel 2.5: Homozigot bireylerde gamet oluşumu

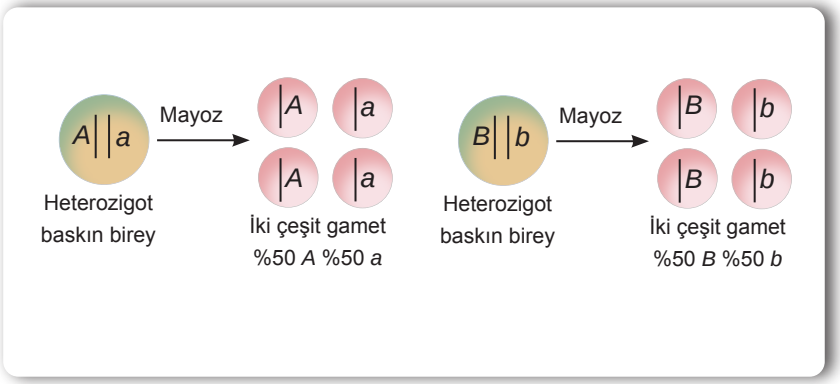
BİLGİ KUTUSU

Mendel'in bağımsız dağılım yasası sadece farklı kromozomlar üzerinde bulunan bağımsız genler için geçerlidir.

Aynı kromozomlar üzerinde bulunan bağlı genlerde üreme hücreleri oluşurken mayoz sırasında krossing over gerçekleşmezse bu yasa geçersiz olur.

Genetik problemlerde aksi belirtilmedikçe genlerin bağımsız olduğu varsayılır. Bağlı gen varsa belirtilir.

Bir karakter bakımından bağımsız genlere sahip heterozigot bireyler, mayoz sonucu iki çeşit gamet oluştururlar (Görsel 2.6).



Görsel 2.6: Heterozigot bireylerde gamet oluşumu

Bir canlının genotipindeki heterozigot karakter sayısı arttıkça mayoz sonucu oluşturacağı gamet çeşidi sayısı artar. Buradan hareketle canlının oluşturabileceği gamet çeşidi 2^n formülü ile hesaplanır, **n** heterozigot karakter sayısını ifade eder.

3. Örnek: *AaBbCCDd* genotipli bireyden mayoz bölünme sonucu kaç çeşit gamet oluşur?

(Genler bağımsızdır) Bağımsız genlerde genotip çeşidi sayısı 2^n formülü ile hesaplanır.

Çözüm

Aa: Heterozigot karakter

Bb: Heterozigot karakter

CC: Homozigot karakter

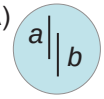
Dd: Heterozigot karakter

Heterozigot karakter sayısı üç olduğu için n = 3'tür. $2^n = 2^3 = 8$ çeşit gamet oluşur.

Bu bireyin oluşturacağı gametler *ABCD, ABCd, AbCD, AbCd, aBCD, aBCd, abCD, abCd*

4. Örnek:

Yanda genotipi verilen bir bireyden aşağıdaki gametlerden hangisi oluşur? (Genler bağımsızdır.)

A) 

B)

C)

D)

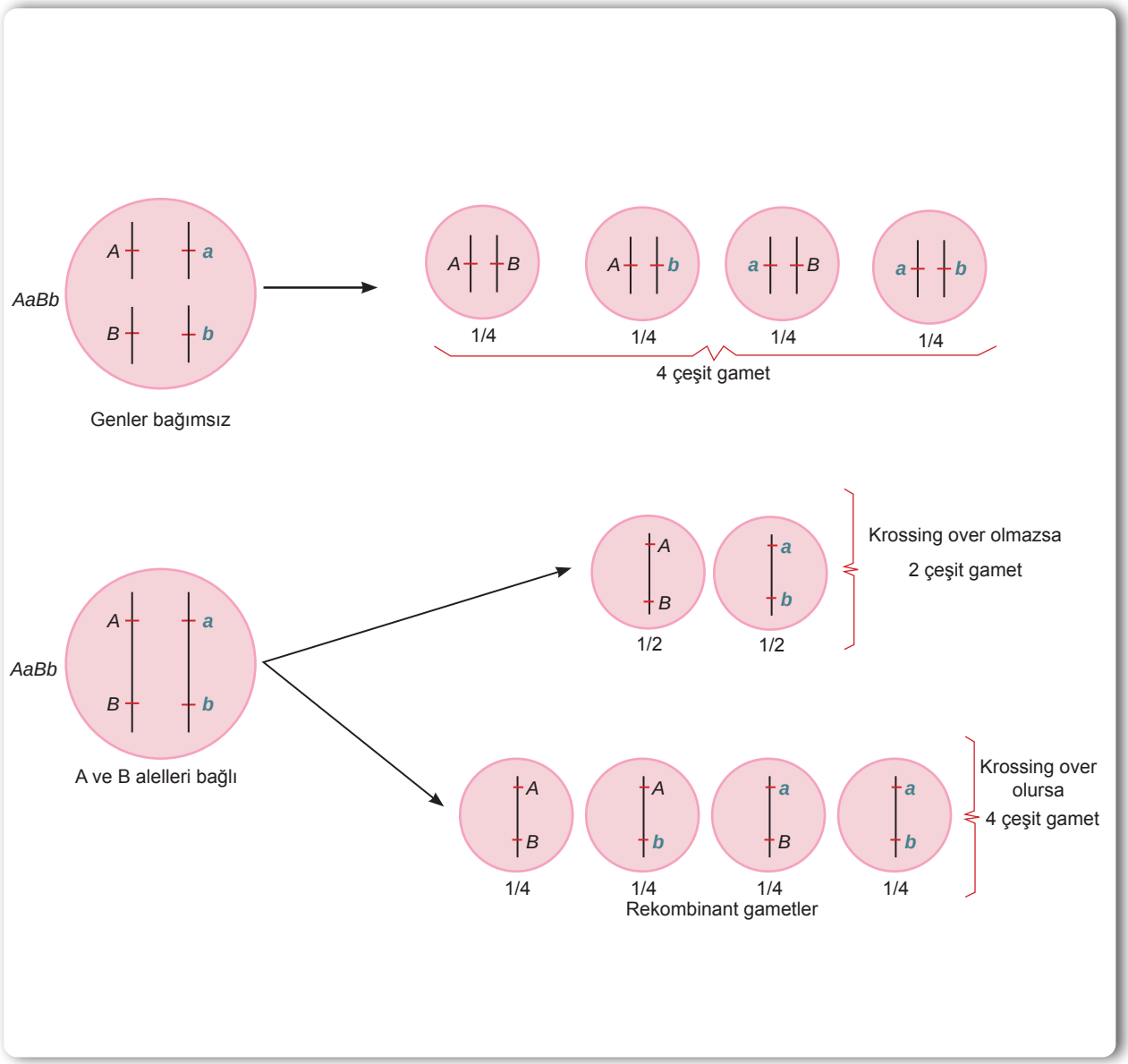
E)

Çözüm

AaBbCC genotipli bireyin oluşturacağı gametler: *ABC, AbC, aBC ve abC*'dir. Cevap B seçeneğidir.

Bağlı Genlerde Gamet Çeşidinin Bulunması

Farklı karakterlere ait genler aynı kromozom üzerinde bulunuyorsa bu genlere **bağlı genler** adı verilir. Bağlı genler, aynı kromozom üzerinde bulundukları için birlikte kalıtılma eğilimindedir. Homolog kromozomların ayrılması sırasında bağlı genler birbirinden ayrılmadan aynı gamete gittikleri için bağımsız genlere göre daha az çeşit gamet oluşur. Bağlı genlerin kalıtımı ile ortaya çıkan fenotip ve genotip oranları Mendel'in bulduğu oranlara uygunluk göstermez. Bağlı genler gamet oluşumu sırasında krossing over gerçekleşmediğinde gametlere birlikte gider. Ancak krossing overin gerçekleşmesi durumunda bağlı genler birbirinden ayrılmaktadır. Üreme ana hücrelerinde mayoz sırasında krossing overin genler arasındaki bağlantıyı bozması sonucu rekombinant gametler oluşur. Bu gametlerin döllenmesiyle de rekombinant bireyler dünyaya gelir (Görsel 2.7).



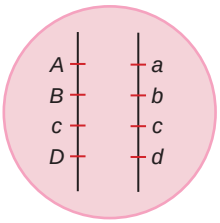
Görsel 2.7: Bağlı ve bağımsız genlerde gamet oluşumu

5. Örnek: *AaBbccDd genotipine sahip bir hücrede ABcD genleri bağlıdır.*

a) Krossing over olmadan kaç çeşit gamet oluşur?

b) Krossing over olduğunda kaç çeşit gamet oluşur?

Çözüm



a) ABcD alelleri bağlı olduğu için ayrılmadan aynı gamete geçer. Bağlı genler tek kabul edilir. abcd alelleri ise diğer gamete geçer ve 2 çeşit gamet oluşur.

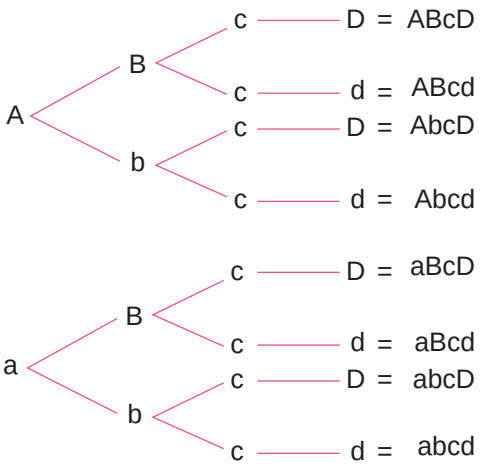
b) Krossing over gerçekleşirse gamet çeşidi sayısı bağımsız genlerdeki gibi 2^n formülü ile hesaplanır.

n = heterozigot karakter sayısı

n = 3

2^3 = 8 çeşit gamet oluşur.

Çok karakterli çaprazlamaları kolaylaştırmak için **çatallama yöntemi** kullanılır. Bu yöntemi uygularken her bir gen çiftinin, gamet oluşumu sırasında birbirinden bağımsız davrandığı varsayılır ve her bir karakter birer monohibrit çaprazmış gibi düşünülerek çaprazlama yapılır.

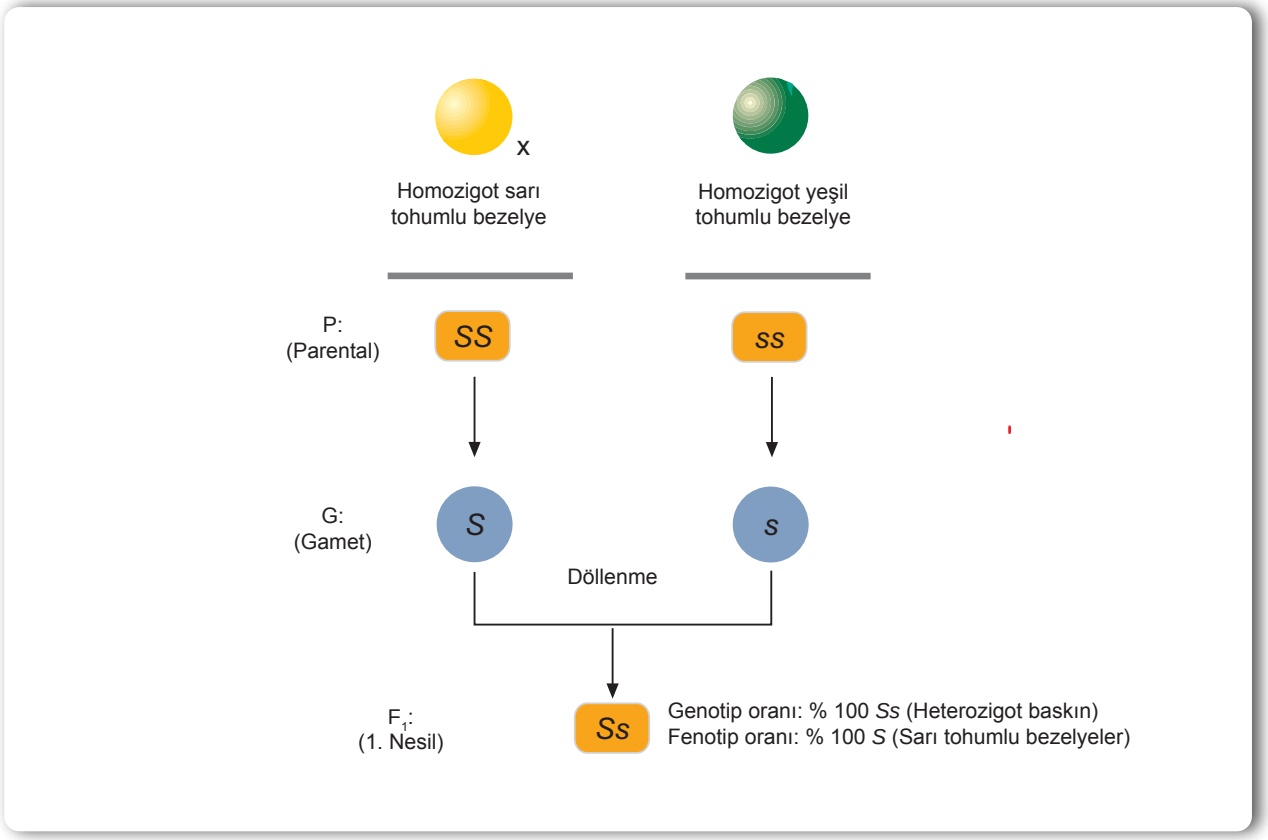


Mendel İlkelerine Uyan Durumlar

Monohibrit Çaprazlama

Mendel, belirlediği bir karakterin farklı iki homozigot ata bireyini (parental, ebeveyn) çaprazlamıştır. Oluşan birinci nesil bireylerin bu karakter bakımından heterozigot özellik gösterdiğini gözlemlemiştir (Görsel 2.8). Mendel elde ettiği birinci nesildeki bireyleri kendi aralarında çaprazlamaya (melezleme) başlamıştır. Mendel'in burada yaptığı gibi bir karakter bakımından heterozigot iki bireyin çaprazlanmasına **monohibrit çaprazlama** denir.

Karekod 2.2
Monohibrit çaprazlama



Görsel 2.8: Birinci nesil bezelyelerin elde edilmesi

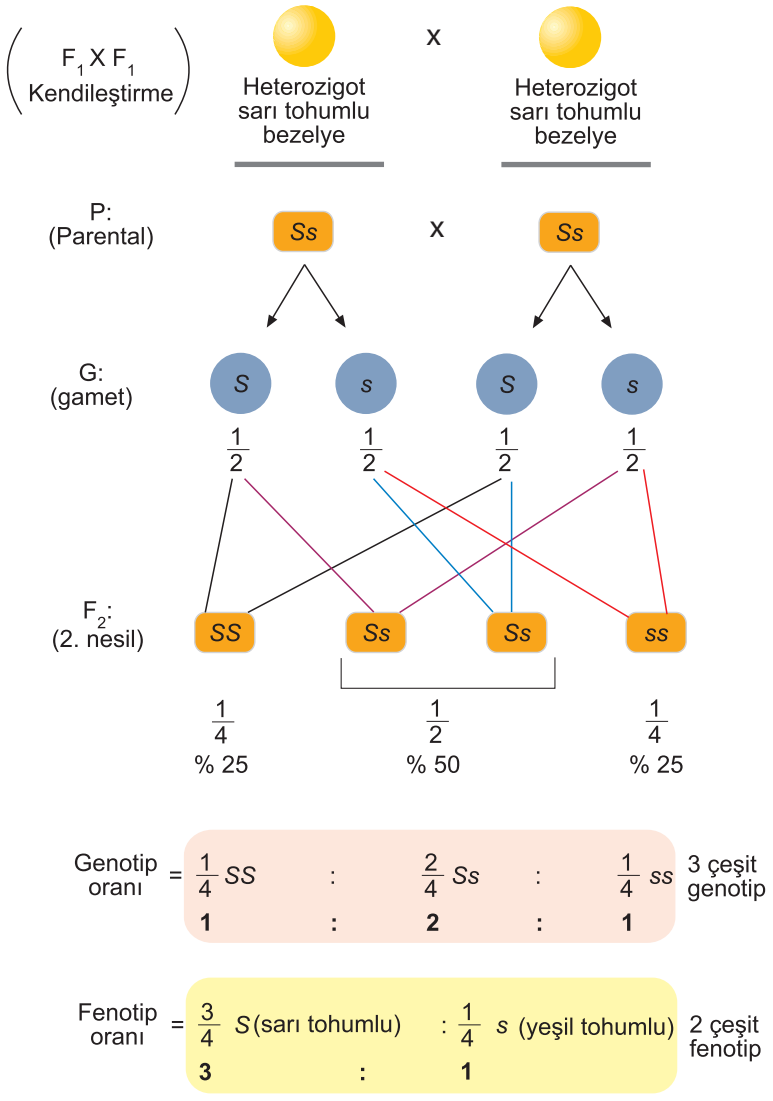
Mendel ilk çalışmalarında homozigot sarı ve yeşil tohumlu ata bezelyeleri (parental, ebeveyn) çaprazlamış (Görsel 2.9, 2.10), birinci nesildeki tüm bezelyelerin sarı tohum oluşturduğunu tespit etmiştir. Sarı tohum renk faktörünün bezelyede mevcut olduğu sürece yeşil tohum renk faktörünü gizlediği sonucuna varmıştır. Mendel birinci nesilde açığa çıkan özelliği baskın, gizlenen özelliği ise çekinik olarak tanımlamıştır. Bu duruma **baskınlık ilkesi** adını vermiştir.

Baskınlık ilkesinin sonucu olarak birinci nesildeki tüm bezelyeler, sarı tohumlu olmuştur. Mendel, bir karakter için zıt özelliğe sahip homozigot iki bireyin çaprazlanması sonucu birinci nesildeki tüm bireylerin aynı olmasına **benzerlik ilkesi** adını vermiştir.

Görsel 2.9: Sarı tohumlu bezelye

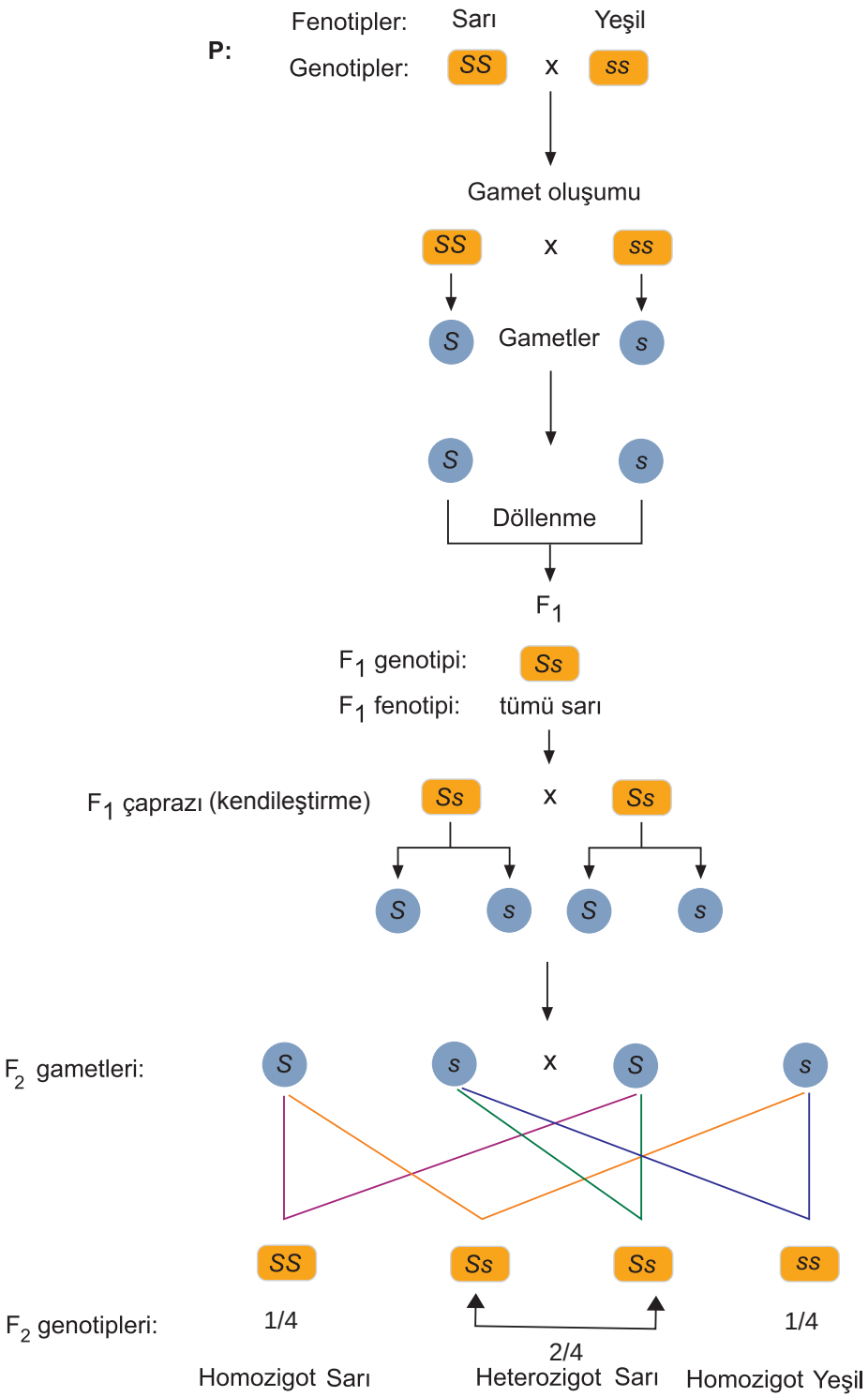
Görsel 2.10: Yeşil tohumlu bezelye

Mendel, daha sonra F_1 kuşağında oluşan bezelyeleri birbirleriyle çaprazlamıştır. Bu olaya **kendileştirme** adını vermiştir (Görsel 2.11).



Görsel 2.11: Monohibrit çaprazlama

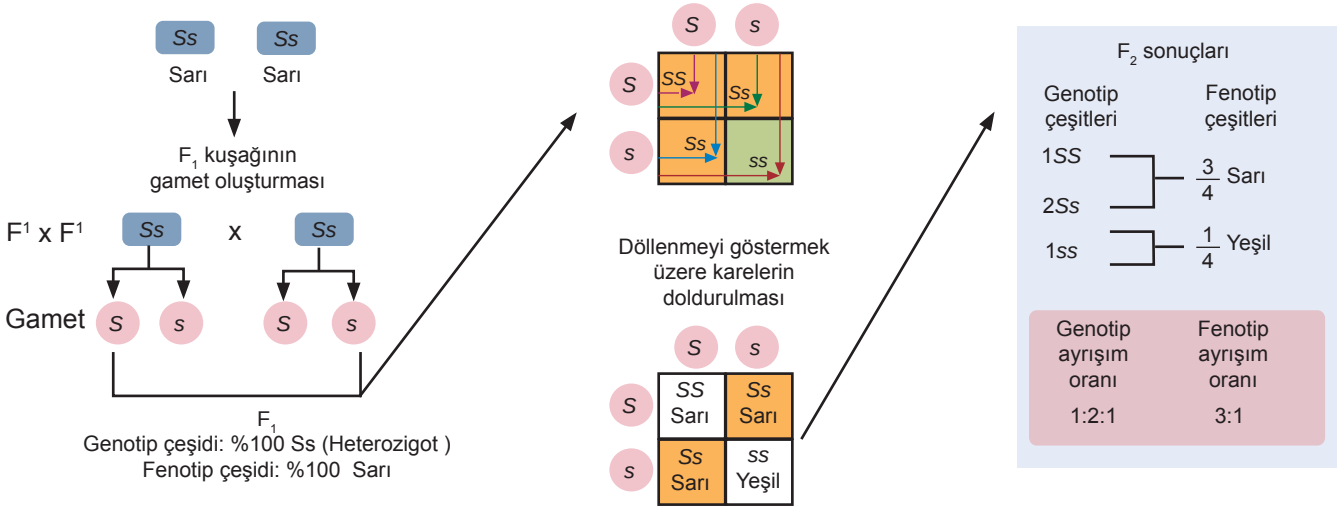
Mendel, F_1 kuşağındaki bireyleri kendileştirdiğinde F_2 kuşağında sarı tohumlu bezelyelerin yanı sıra yeşil tohumlu bezelyeler de elde etmiştir. Bu durum, F_1 kuşağındaki sarı tohumlu bezelyelerin genotipinde bulunan baskın sarı tohum rengi aleli ile çekinik yeşil tohum rengi alelinin birbirinden ayrılarak gametlere eşit olasılıkla aktarıldığını göstermiştir. Mendel bu durumu **ayrılma ilkesi** olarak adlandırmıştır.



Görsel 2.12: Monohibrit çaprazlama ile ilgili infografik

Monohibrit çaprazlamayı, Punnett karesi ile göstermek mümkündür. Punnett karesi yöntemi, ebeveynlerin oluşturabileceği gametler ile döllenme sonucu oluşabilecek fenotip ve genotip çeşitlerinin daha iyi anlaşılması için kullanılır.

F_1'in oluşturduğu gametler, satır ve sütunlara yerleştirilir. Satır ve sütunların kesiştiği kutulara yavruların oluşabilecek genotipleri yazılır (Görsel 2.13) (Tablo 2.2).



Görsel 2.13: Monohibrit çaprazlamanın Punnett karesinde gösterimi ve sonuçları

Tablo 2.2: Monohibrit Çaprazlamanın Punnett Karesinde Gösterimi ve Sonuçları

F_1 kuşağındaki bireyler kendileştirildiğinde
• Sarı ve yeşil olmak üzere iki çeşit fenotip elde edilir. • Homozigot sarı (*SS*), heterozigot sarı (*Ss*) ve yeşil (*ss*) olmak üzere üç çeşit genotip elde edilir. • Heterozigot genotipli (Ss) bireylerin oluşma ihtimali %50'dir. Bu oran aynı zamanda oluşan yavruların atasıyla aynı genotipe sahip olma ihtimalini de gösterir. • Çekinik fenotipli (*s*) bireylerin oluşma ihtimali %25'tir. • Baskın fenotipli (*S*) bireylerin oluşma ihtimali %75'tir. • Genotip oranı 1:2:1 ve fenotip oranı 3:1'dir.

Mendel, daha sonra bezelyelere ait iki farklı karakter belirlemiştir ve dihibrit çaprazlamalar yapmaya başlamıştır.

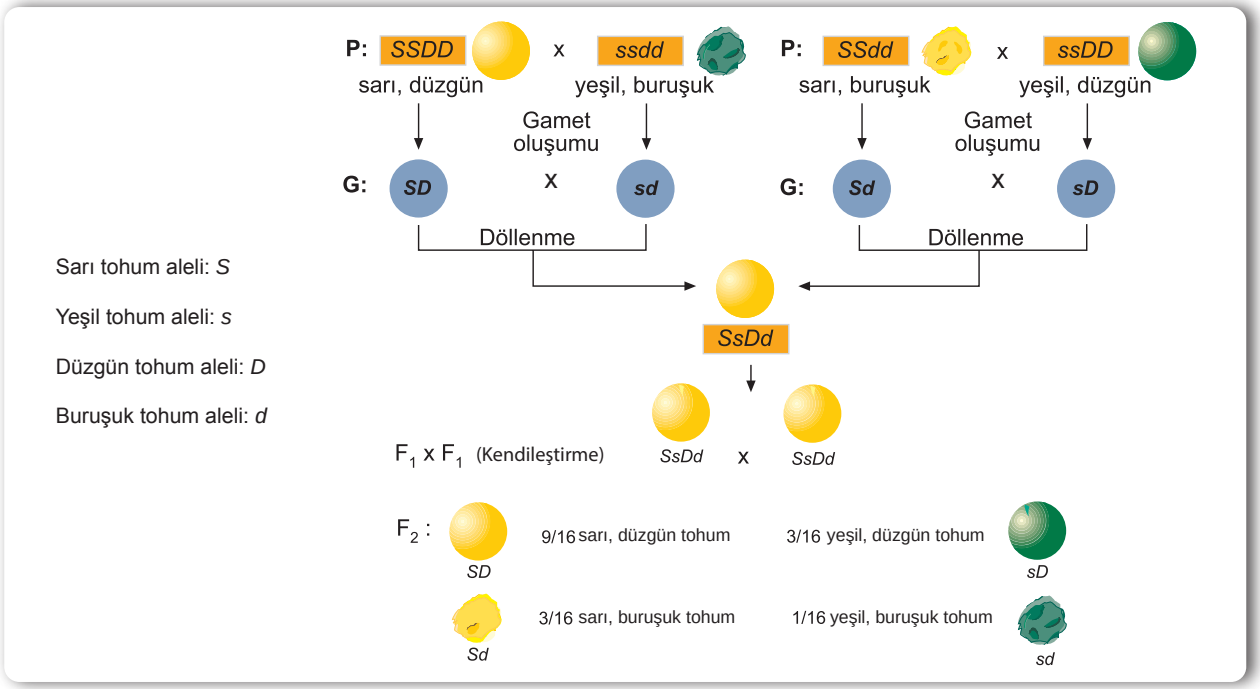
Dihibrit Çaprazlama

Mendel, iki karakter bakımından farklı özelliklere sahip iki homozigot bireyi çaprazlamıştır. Böylece F_1 kuşağında bu iki karakter bakımından heterozigot bireyleri elde etmiştir (melezleme). Mendel, F_1'deki bireyleri kendi aralarında çaprazlamaya başlamıştır. Bu şekilde iki karakter bakımından heterozigot bireylerin çaprazlanmasına **dihibrit çaprazlama** denir.

Karekod 2.3
Dihibrit çaprazlama

Mendel, önce iki karakter açısından homozigot sarı ve düzgün tohumlu bezelyelerle yeşil ve buruşuk tohumlu bezelyeleri çaprazlamıştır. Böylece tohumun rengi ve şekli açısından heterozigot baskın bireyler (dihibrit) elde etmiştir. Daha sonra F_1 kuşağındaki dihibrit bireyleri kendi

arasında çaprazlayıp F_2 kuşağını elde etmiştir. Oluşan bazı yavruların dişi ata bireye bazılarının da erkek ata bireye benzediğini fark etmiştir. Dişi ve erkek atada bulunan iki farklı karakterin birbirinden bağımsız olarak aktarılmasıyla yeni gen kombinasyonuna sahip bireyler oluşmuştur. Bunun sonucunda ebeveynlere tamamen benzemeyen yeşil, düzgün; sarı, buruşuk bezelyeler meydana gelmiştir. Mendel'e göre her karakteri kontrol eden gen, gametlere bağımsız olarak aktarılır. Çaprazlama sonucunda hem sarı ve düzgün tohumlu hem de sarı ve buruşuk tohumlu bezelyelerin görülmesi, tohum rengi ve şekli karakterlerini belirleyen alellerin birbirinden bağımsız olarak gametlere aktarıldığını gösterir (Görsel 2.14). Mendel bu duruma **bağımsız açılım ilkesi** adını vermiştir. Sarı tohum rengi aleli, yeşil tohum rengi aleline; düzgün tohum aleli, buruşuk tohum aleline baskındır.



Görsel 2.14: Sarı, düz ile yeşil, buruşuk bezelye tohumu arasındaki ve sarı, buruşuk ile yeşil, düz bezelye tohumu arasındaki dihibrit çaprazlamalarının F_1 ve F_2 sonuçları

BİLİYOR MUSUNUZ?

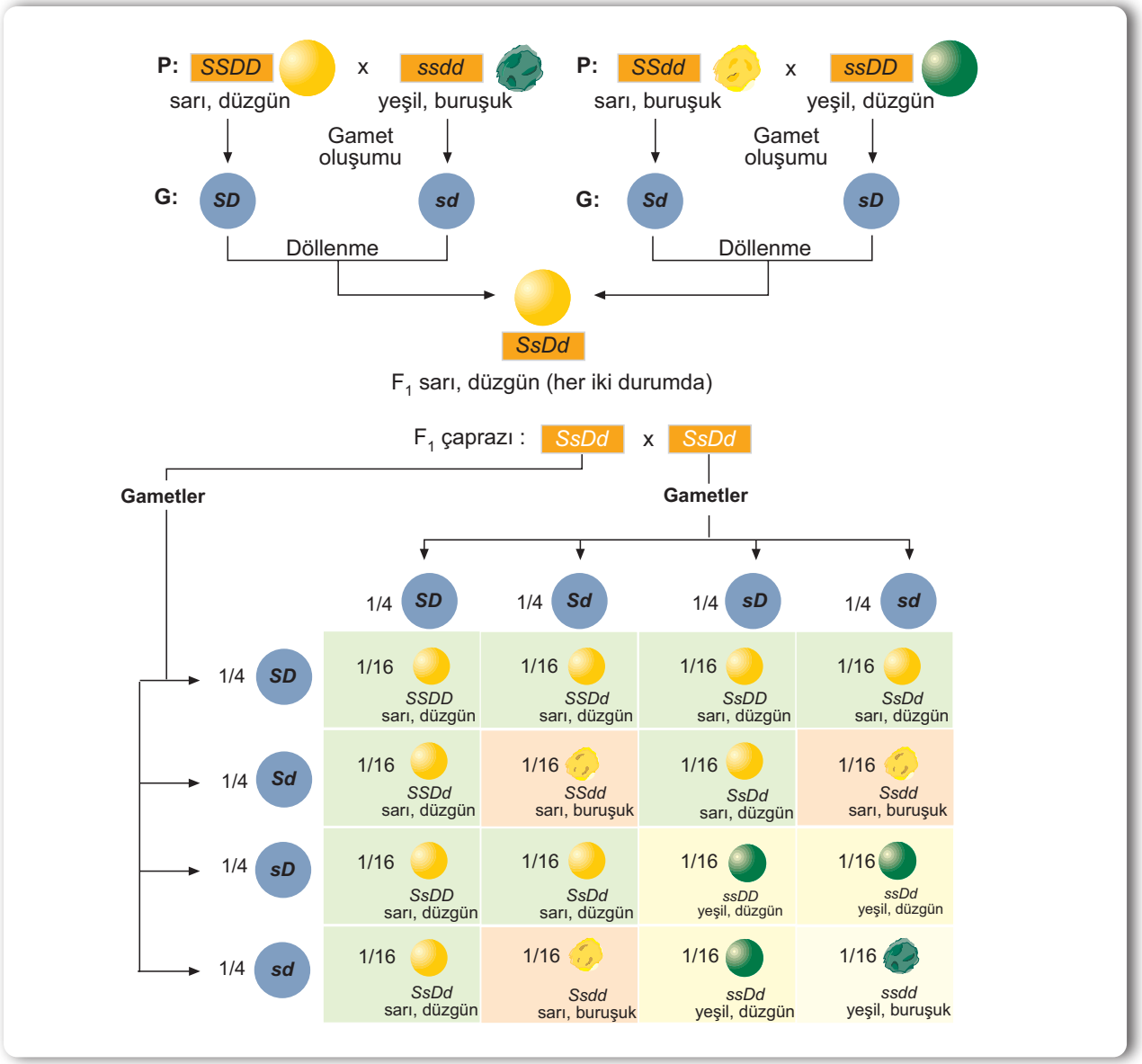
Mendel'in Bağımsız Açılım İlkesine Göre

- Gamet oluşumu sırasında karakteri oluşturan alel çiftleri, gametlere birbirinden bağımsız olarak dağılır.
- Gametlerin tüm olası kombinasyonları, eşit sıklıkta oluşur. Bu durumun sebebi homolog kromozom çiftlerinin mayoz sırasında bağımsız bir şekilde ayrılmasıdır.

Mendel'in Bağımsız Açılım İlkesinin Sonuçları

- Bir birey tarafından genetik olarak farklı gametlerin üretilmesini sağlar.
- Farklı gametlerin döllenmeye katılmasıyla değişen çevre koşullarına dayanıklı zengin bir biyolijik çeşitliliğin ortaya çıkmasını sağlar.

İkinci nesli (F_2) elde etmek için gametleri, tüm ihtimalleri göz önüne alarak birleştirmek gerekmektedir. Bu işlem sırasında oluşabilecek karışıklıkları önlemek amacıyla Punnett karesi kullanmak daha güvenilir olacaktır (Görsel 2.15) (Tablo 2.3).



Görsel 2.15: Dihibrit çaprazlamanın Punnett karesinde gösterimi ve sonuçları

Tablo 2.3: Dihibrit Çaprazlamada Ortaya Çıkan Genotip ve Fenotip Oranları

F_1 kuşağındaki bireyler kendileştirildiğinde

F_1 x F_1: Sarı, düzgün tohumlu x Sarı, düzgün tohumlu

F_2: Bütün yavruların fenotip oranı

3/4'ü sarı
- 3/4'ü düzgün (3/4) · (3/4) = 9/16'u sarı, düzgün tohumlu
- 1/4'i buruşuk (3/4) · (1/4) = 3/16'ü sarı, buruşuk tohumlu

1/4'i yeşil
- 3/4'ü düzgün (1/4) · (3/4) = 3/16'ü yeşil, düzgün tohumlu
- 1/4'i buruşuk (1/4) · (1/4) = 1/16'i yeşil, buruşuk tohumlu

1. **SSDD** (1/16), **SSDd** (2/16), **SsDD** (2/16), **SsDd** (4/16), **SSdd** (1/16), **Ssdd** (2/16), **ssDD** (1/16), **ssDd** (2/16), **ssdd** (1/16) olmak üzere 9 çeşit genotip elde edilir.
2. Sarı düzgün (**SD**), sarı buruşuk (**Sd**), yeşil düzgün (**sD**) ve yeşil buruşuk tohumlu (**sd**) olmak üzere 4 çeşit fenotip elde edilir.
3. Fenotip oranı: 9:3:3:1'dir.

6. Örnek : İnsanlarda kıvırcık saç (*K*), düz saça (*k*); koyu renk göz (*A*), açık renk göze (*a*) baskındır.

Heterozigot kıvırcık saçlı ve koyu renk gözlü iki bireyin evliliğinden meydana gelen çocuklar, bu özellikler bakımından kaç çeşit genotip ve fenotipe sahip olabilir?

Çözüm

Heterozigot kıvırcık saçlı Koyu renk gözlü baba		Heterozigot kıvırcık saçlı Koyu renk gözlü anne
P: *KkAa*	*x*	*KkAa*

Anne ve babaya ait saç şekli ve göz rengi karakterlerine ait genotipler ayrı ayrı çaprazlanır.

Kk x Kk	*Aa x Aa*
KK Kk Kk kk	*AA Aa Aa aa*
KK, Kk ve *kk* olmak üzere saç şekli karakteri ile ilgili üç çeşit genotip ortaya çıkar.	*AA, Aa* ve *aa* olmak üzere göz rengi karakteri ile ilgili üç çeşit genotip ortaya çıkar.
3/4 kıvırcık saçlı (*KK, Kk*), 1/4 düz saçlı (*kk*) olmak üzere saç şekli karakteri ile ilgili iki çeşit fenotip ortaya çıkar.	3/4 koyu renkli (*AA, Aa*), 1/4 açık renkli (*aa*) olmak üzere göz rengi karakteri ile ilgili iki çeşit fenotip ortaya çıkar.

Genotip çeşidi sayısı: 3 x 3 = 9

Fenotip çeşidi sayısı: 2 x 2 = 4

7. Örnek: *AaBbCC* genotipli dişi ile *aaBbCC* genotipli erkek bireyin çaprazlanması sonucu bu ailenin

a) *aBC* fenotipinde çocuklarının olma olasılığını bulunuz?

b) *AaBBCC* genotipinde çocuklarının olma olasılığı kaçtır?

Çözüm

Dişi birey (♀)		Erkek birey (♂)
P: *AaBbCC*	*x*	*aaBbCC*

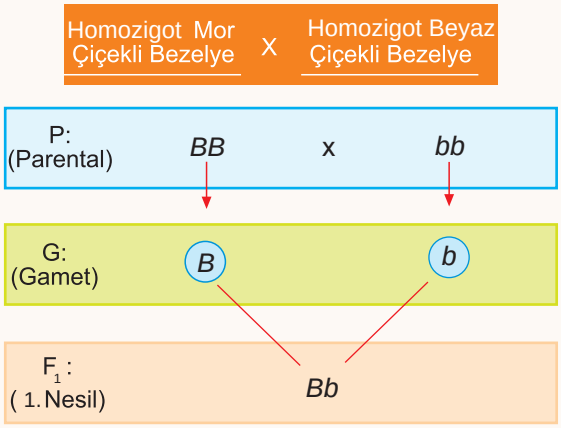
Aa X aa	*Bb X Bb*	*CC X CC*
Genotip: Aa Aa aa aa	*BB Bb Bb bb*	*CC CC CC CC*
Aa: 1/2 aa: 1/2	BB: 1/4 Bb: 1/2 bb: 1/4	CC: 4/4
Fenotipler: 1/2 *A* 1/2 *a*	3/4 *B* 1/4 *b*	4/4 *C*

a) aBC fenotipli bireyin oluşma olasılığı: 1/2 x 3/4 x 1 = 3/8'tür.

b) AaBBCC genotipli bireyin oluşma olasılığı: 1/2 x 1/4 x 1 = 1/8'dir.

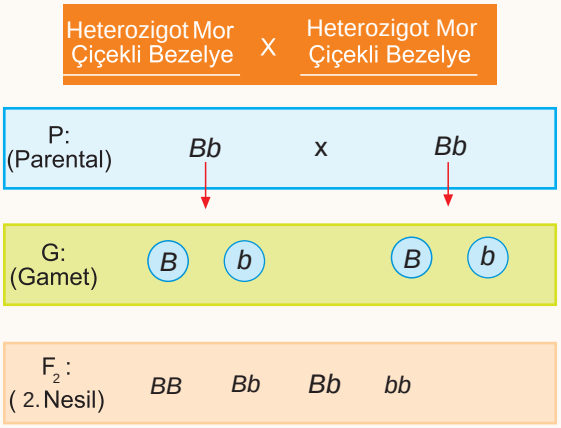
SIRA SİZDE

Mendel yaptığı çalışmalarda bezelyelerden seçtiği tek bir karakterin farklı alellerine sahip bitkiler arasında çaprazlamalar yapmıştır. Bezelyelerde çiçek rengi karakteri ile ilgili farklı fenotiplere sahip iki homozigot bitki aşağıdaki gibi çaprazlanmıştır.



Genotip oranı: %100 Bb (Heterozigot)
Fenotip oranı: %100 B (Mor çiçekli)

Mendel, F_1 kuşağında oluşan bireyleri birbirleriyle çaprazlamıştır (Kendileştirme).



Genotip oranı: 1/4 *BB* (homozigot baskın), 1/2 *Bb* (heterezigot baskın), 1/4 *bb* (çekinik)
Fenotip oranı: 3/4 *B* (mor çiçekli), 1/4 *b* (beyaz çiçekli)

Yanda verilen çaprazlama örneğinden faydalanarak verilen ifadelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Alellerin ikisi de birbiriyle aynı ise birey o özellik bakımından ..... birbirinden farklı ise .....tur.

2. ..... alel fenotipte etkisini her zaman (homozigot veya heterozigot durumda) gösterirken ..... alel fenotipte etkisini sadece homozigot durumda gösterir.

3. Mendel'in ..... ilkesine göre mor çiçek alelleri fenotipte kendini gösterir. Çekinik olan beyaz çiçek alelleri, ebeveynlerden beraber gelmediği sürece fenotipte etkisini gösteremez.

4. Mendel'in ..... ilkesine göre çiçek rengi karakterinin farklı iki homozigot bireyi çaprazlandığında F1 kuşağındaki tüm bireyler mor çiçekli olmuştur.

5. Fenotipleri farklı homozigot iki bireyin çaprazlanmasıyla oluşan bireyler .....dur.

6. F_2 bireyleri oluşurken gametlerin eşit olasılıkla oluşturulması, meydana gelen gametlerin bireylere şansa bağlı olarak aktarılması ve F_2 kuşağında gösterilen beyaz çiçekli bezelye bitkisinin görülmesi Mendel'in ..... ilkesi ile açıklanır.

7. Yanda verilen örnek ..... çaprazlamadır.

8. Kalıtsal bir özelliğin organizmadaki dış görünüşüne ..... bu özelliğin ortaya çıkmasını sağlayan genlerin tümüne ise ..... adı verilir.

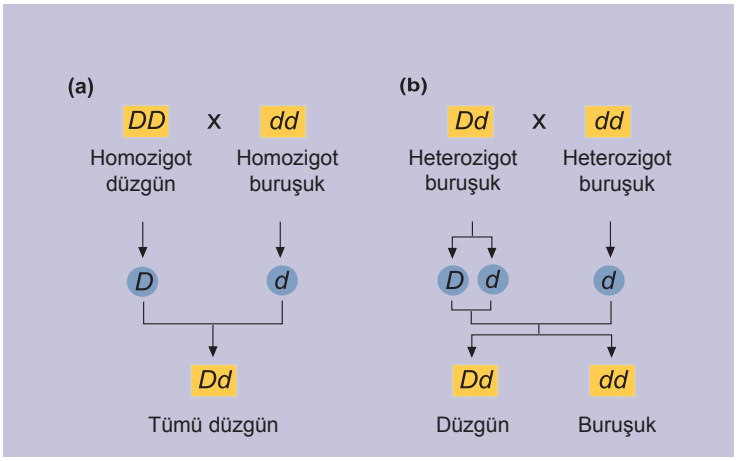
Kontrol Çaprazlaması (Test Çaprazlaması)

BİLGİ KUTUSU

Kontrol çaprazlaması, bitki ve hayvanlarda uygulanan ıslah (iyileştirme ve verimi artırma çalışmaları) yöntemlerinde ve canlıların genotiplerinin tespit edilmesinde kullanılır.

Fenotipinde baskın bir özelliği taşıyan bireyde bu özelliği kontrol eden gen çiftinin homozigot mu yoksa heterozigot mu olduğunu belirlemek için yapılan çaprazlamalara **kontrol çaprazlaması** denir. Kontrol çaprazlamasıyla genotipi bulunmaya çalışılan birey, homozigot çekinik bireyle çaprazlanır ve oluşan yavrulara bakılır.

Genotipi bilinmeyen düzgün tohumlu bezelye (baskın fenotipli), yeşil tohumlu bezelye (çekinik fenotipli) ile çaprazlanır. Oluşan yavrular hep baskın fenotipli (düzgün tohumlu bezelye) oluyorsa (a'daki gibi) genotipi belirlenmek istenen bezelye bitkisi muhtemelen homozigot genotiplidir (*DD*). Oluşan yavrular arasında çekinik fenotipli bireyler varsa (b'deki gibi) birey kesinlikle heterozigottur (*Dd*) (Görsel 2.16).



Görsel 2.16: Kontrol çaprazlaması

8. Örnek: Bezelyelerde sarı tohum rengi aleli (*S*), yeşil tohum rengi aleline (*s*) tam baskındır. Genotipi bilinmeyen iki farklı sarı tohumlu bezelye, ayrı ayrı yeşil tohumlu bezelyelerle çaprazlanıyor. Birinci çaprazlama sonucunda %100 heterozigot sarı tohumlu bezelyeler; ikinci çaprazlamada %50 olasılıkla heterozigot sarı, %50 olasılıkla yeşil tohumlu bezelyeler oluşuyor.

Buna göre birinci ve ikinci çaprazlamalardaki genotipi bilinmeyen bezelyelerin genotipini bulunuz.

Çözüm

Birinci Çaprazlama	İkinci Çaprazlama
S_ x ss	***S_ x ss***
Ss Ss Ss Ss	***Ss Ss ss ss***
Çaprazlama sonunda tümü heterozigot sarı tohumlu bezelyeler (*Ss*) olduğuna göre birinci çaprazlamadaki sarı tohumlu bezelyenin genotipi *SS*'dir.	%50 olasılıkla heterozigot sarı tohumlu (*Ss*), %50 olasılıkla yeşil tohumlu (*ss*) bezelyeler oluştuğuna göre ikinci çaprazlamadaki sarı tohumlu bezelyenin genotipi *Ss*'dir.

SIRA SİZDE

Aşağıdaki çaprazlamaları yaparak tablo üzerindeki boşluklara yazınız.

Heterozigot sarı ve düzgün tohumlu bezelyeler kendileştirildiğinde oluşabilecek bazı bezelye çeşitlerinin genotipi, aşağıdaki Punnett karesinde gösterilmiştir. Buna göre aşağıda verilen soruları cevaplandırınız (*S*: sarı tohum rengi aleli, *s*: yeşil tohum rengi aleli, *D*: düzgün tohum şekli aleli, *d*: buruşuk tohum şekli aleli).

SsDd / SsDd	SD	Sd	sD	sd
SD		SSDd		
Sd				
sD		SsDd		
sd				ssdd

a) Punnett karesini tamamlayınız.
b) Genotipinde çekinik alel bulundurabilecek bezelyelerin oranını bulunuz.
c) Her iki karakter bakımından baskın fenotipli bezelyelerin oluşma ihtimalini bulunuz.
ç) Çaprazlanan bireylerle aynı genotipe sahip bezelyelerin oranını bulunuz.

Aşağıdaki metinde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

Kontrol çaprazlaması, ... fenotipli bir bireyin ..... belirlenmesini sağlar. ..... bilinmeyen ..... fenotipli bir birey, aynı özelliğin ..... fenotiplisiyle çaprazlandığında çekinik fenotipli bireylerin elde edilmesi, bu bireyin ..... genotipli olduğunu gösterir. Çok sayıda yapılan çaprazlamalar sonucunda çekinik fenotipli bireylerin oluşmaması ise bireyin ..... genotipli olduğunu gösterir.

OKUMA PARÇASI

GREGOR JOHANN MENDEL

22 Temmuz 1822 tarihinde Avusturya'da çiftçi bir ailenin tek oğlu olarak dünyaya geldi. Ona Johann adını verdiler. Mendel, ileride kalıtım biliminin öncüsü olan bir botanikçi, doğa bilgini ve din adamı Gregor Mendel olacak ve Mendel Kalıtım Yasaları ile genetik bilimini yeni bir boyuta taşıyacaktı.

Mendel, küçük yaştan itibaren botaniğe meraklıydı ama onu asıl heyecanlandıran şey aynı bitkinin farklı renkte veya şekilde türlerinin olmasıydı. Bunu gözlemledikçe Mendel'in botaniğe olan ilgisi artmaya başladı.

Mendel, bugün hâlâ elimizde olan bir yazısında bilimsel bilginin dünyayı boş inançtan kurtaracağı inancını dile getiriyor. Eğitimine zor koşullarda devam eden Mendel, eğitim giderlerini karşılamak için 1843 yılında rahip olarak manastıra girdi. Gregor adını o zaman aldı. Manastırdaki ilk yılında üstlerinin isteği doğrultusunda klasik dersleri okudu. Daha sonra zamanının çoğunu doğa bilimlerine ayırma fırsatı buldu.

Mendel daha sonra Viyana Üniversitesinde eğitim görmeye başladı. Mendel, üniversitede bitki fizyolojisi ve hücre bilimi konularında uzman olan bilim insanlarıyla tanışma fırsatı yakaladı. Sonraki yıllar uzun uzun yazıştığı Karl Nageli'yi (Karl Nageli) de bu sıralar tanımıştı. Mendel hakkında bildiğimiz bilgilerin en büyük kaynağı bu yazışmalardır. Mendel bu dönemde aynı zamanda fizik profesörü ve Doppler Etkisi'nin kâşifi Christian Doppler (Kristiyan Dopler) ile de tanıştı. Doppler ve Fizik Enstitüsündeki diğer öğretmenlerle olan tanışıklığı, onun doğa olaylarının matematiksel analiziyle de tanışmasını sağladı.

Mendel, Viyana Üniversitesinde eğitimini sürdürürken bitki melezleme çalışmalarına başladı. "Başlangıçta, tartışmalı sonuçlara varmak istemiyorsak bu çeşit deneylerde kullanacağımız bitki grubunu çok dikkatli seçmeliyiz." diye yazmıştı. Araştırmalarına çok önemli bir bulguyla başlamış ve ondan yararlanmıştı. Bu bulgu, bitkilerin de bir cinsiyeti olduğuydu. O zamana kadar insanlar, bitkilerde üreme ve çiçeklenmenin kendiliğinden olduğunu düşünüyordu. Mendel'in bu araştırmasının amacı, özelliklerin bir kuşaktan diğerine nasıl geçtiğini kesin olarak belirlemekti.

Mendel, deneylerinde bezelyeleri kullandı. Öncelikle bitkileri, araştırdığı özelliklerin sabit olduğundan yani kuşaktan kuşağa geçtiğinden emin olmak için iki yıl süreyle sınadı. Daha önce melezleme deneyleri yapan botanikçiler, böylesi süreklilik testleri uygulamamıştı. İkincisi, Mendel sabit melezlerle değişken melezleri birbirinden özenle ayırıyordu.

Mendel'in yaptığı çaprazlamalar sonucu elde ettiği bulguları matematiksel olarak analiz edip yazıya dökmesi, onun başarılı olmasını sağlamıştır. Mendel, 6 Ocak 1884'te hayatını kaybetmiştir. 1900 yılında Mendel kuralları farklı araştırmacılar tarafından yeniden keşfedilmiştir.

(Düzenlenmiştir.)

Edward Edelson, Gregor Mendel Genetiğin Temelleri, TUBİTAK, 1999.

Mendel İlkelerine Uymayan Durumlar

Mendel ilkelerine göre bir karakterin oluşumunda iki alel sorumludur. Bu alellerden biri baskın, diğeri ise çekiniktir. Bu durum **tam baskınlık** olarak adlandırılır. Mendel ilkeleri, sadece genetiğin basit temellerini açıklayıcı özelliklere sahiptir.

Mendel ilkelerine uymayan ve ilkelerin açıklayamadığı eş baskınlık ve çok alellik gibi durumlar da vardır.

Eş Baskınlık (Kodominantlık)

Bir karakteri belirleyen farklı alellerin fenotipteki etkilerinin eşit olmasına **eş baskınlık** denir. Aleller arasında baskınlık, çekiniklik yoktur. Heterozigot durumda her alel, etkisini fenotipte gösterir.

Kan gruplarından biri olan *AB* bu duruma örnektir. İnsanlarda *MN* kan grubundan sorumlu genin alelleri arasında eş baskınlık görülür. *MN* kan grubu sisteminde; *MM* genotipli bireyler *M* kan grubuna, *NN* genotipli bireyler *N* kan grubuna, *MN* genotipli bireyler *MN* kan grubuna sahiptir. *MN* kan grubu sisteminde *M*, *N* ve *MN* olmak üzere üç farklı fenotip ortaya çıkar (Tablo 2.4).

Tablo 2.4: Eş Baskın Karakter Örneği

Fenotip	Genotip	Alyuvar Zarındaki Antijen
M	MM	M Antijeni
N	NN	N Antijeni
MN	MN	M ve N Antijeni

P: MM x NN

↓

MN

F_1: Genotip oranı %100 MN

F_1: Fenotip oranı % 100 MN

F_1 x F_1	MN			x	MN		
G:	1/2 M	1/2 N		x	1/2 M	1/2 N	
F_2:	1/4MM	1/4 MN			1/4MN	1/4NN	
Genotip oranı: 1:2:1	1/4MM	2/4 MN	1/4NN				
Genotip çeşidi: 3	(MM, MN, NN)						
Fenotip oranı: 1:2:1	1/4M	2/4 MN	1/4N				
Fenotip çeşidi: 3	(M, MN, N)						

Çok Alellilik

Bir karakteri belirleyen alel sayısının ikiden fazla olması durumudur.

Çok alellilikte popülasyon içinde kaç çeşit genotip gözlenebileceğini bulmak için n·(n+1)/2 formülü kullanılabilir ve n yerine kaç çeşit alel olduğu yazılır. Çok alellilikte bir karakteri belirleyen alel sayısı kaç olursa olsun diploit hücrelerde bir karakterin oluşumu ile ilgili en fazla iki çeşit alel bulunabilir.

Karekod 2.4
Çok alellilik

İnsanlarda ABO kan grubu sistemi çok alelliliğe ve eş baskınlık durumlarına örnektir. Kan gruplarını belirleyen 3 farklı alel vardır (A, B ve O).

ABO Kan Grubu Sisteminin Kalıtımı

İnsanlarda 3 farklı alelle belirlenen kan gruplarında oluşabilecek genotip çeşidini bulmak için n.(n+1)/2 formülü kullanılır. 3 alel bulunduğu için formülde n yerine 3 yazılır.

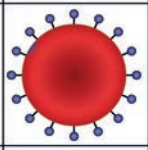
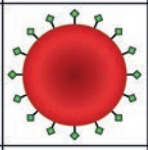
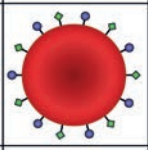
3.(3+1)/2 = 6 bulunur. Genotipler AA, AO, BB, BO, AB ve OO'dır. Fenotipler ise A, B, AB ve O'dır. Karakterin ortaya çıkmasını sağlayan *A, B* ve *O* alelleridir. Kan grubunu ortaya çıkaran aleller, vücut kromozomları (otozom kromozomları) üzerinde taşınır. Bu alellerden *A* ve *B*, birbirine eş baskın; *O* aleline ise baskındır. *O* aleli çekiniktir. Bir insanın genotipinde bu üç alelden ikisi bulunur ve bunlar kan grubunu belirler. Kan grupları ile ilgili altı çeşit genotip ve dört çeşit fenotip vardır (Tablo 2.5).

Tablo 2.5: ABO Kan Grubu Sisteminin Fenotip ve Genotipleri

Fenotipi (Kan grubu)	Genotipi	
	Homozigot	Heterozigot
A	*AA*	*AO*
B	*BB*	*BO*
AB	-	*AB*
O	*OO*	-

Alyuvar zarında bulunan ve kan gruplarını belirleyen özel maddelere **antijen** denir. Kan grubunda gruplandırmalar, alyuvar hücrelerinin zarında bulunan A ve B olarak adlandırılan antijenlere göre yapılır. *A* kan grubuna sahip bireylerde *A*, *B* kan grubuna sahip bireylerde *B*, *AB* kan grubuna sahip bireylerde hem A hem de B antijenleri bulunur. *O* kan grubuna sahip bireylerin alyuvar zarında ise A ve B antijeni bulunmaz (Tablo 2.6).

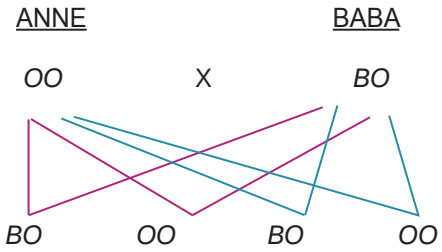
Tablo 2.6: Alyuvar Zarı Üzerinde Bulunan Antijenler ve Plazmadaki Antikorlar

ABO KAN GRUBU SİSTEMİ				
Kan Grubu	*A*	*B*	*AB*	*O*
Alyuvar Hücresi				
Alyuvar Zarındaki Antijenler	Antijen A	Antijen B	Antijen A ve B	YOK
Plazmadaki Antikorlar	Antikor B	Antikor B	YOK	Antikor A ve B

9. Örnek: *O* kan gruplu bir anne ile heterozigot *B* kan gruplu babanın *B* kan grubuna sahip bir çocuğunun olma ihtimali nedir?

Çözüm

Annenin kan grubu fenotipi *O* ise kan grubu genotipi kesinlikle *OO*'dır. Baba heterozigot olduğuna göre kan grubu genotipi *BO*'dır.



1/2 olasılıkla *B* kan gruplu çocuğu olur.

Rh Faktörü (Rh Antijeni) Kalıtımı

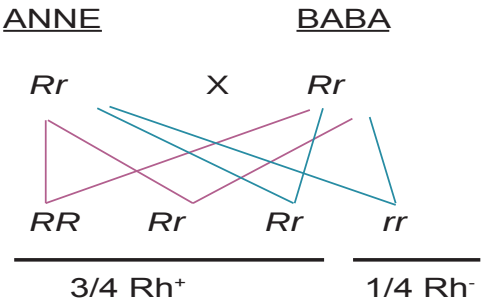
Alyuvar zarında bulunan ve bir çeşit antijen olan Rh faktörü kan alışverişlerinde önemlidir. Kan gruplarının kalıtımında A, B ve O sisteminin yanı sıra Rh faktörü de bulunmaktadır. Rh faktörünü belirleyen alel "*R*" simgesiyle ifade edilir. Kanlarında Rh antijeni olan insanlar Rh^+ (pozitif), olmayanlar ise Rh^- (negatif) kan grubuna sahiptir. Rh^+ kan grubuna sahip bireylerin genotipi "*RR*" ya da "*Rr*" şeklinde ifade edilmiştir. Rh^- kan grubuna sahip bireylerin genotipi ise "*rr*"dir (Tablo 2.7).

Tablo 2.7: Rh Sistemi Kan Gruplarının Fenotip ve Genotipleri

Fenotipi (Kan grubu)	Genotipi		Alyuvar zarındaki antijen	Plazmadaki antikor
	Homozigot	Heterozigot		
Rh^+	*RR*	*Rr*	*Rh*	Yok
Rh^-	*rr*	-	Yok	anti Rh

10. Örnek: Heterozigot Rh^+ kan gruplu anne ve babanın Rh^- kan gruplu kız çocuklarının olma ihtimali nedir?

Çözüm



1/4 ihtimalle Rh^- kan gruplu olur. Kız veya erkek olma ihtimali 1/2'dir. Bağımsız iki karakterin birlikte görülmesi bunların çarpımına eşittir.

1/4 x 1/2 = 1/8 ihtimalle Rh^- kız çocuğu olur.

SIRA SİZDE

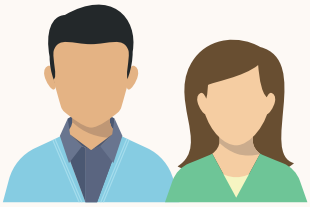
Aşağıdaki soruların cevaplarını boş bırakılan alanlara yazınız.

Üç ailenin kan grubu fenotipleri aşağıda verilmiştir.

1. Aile

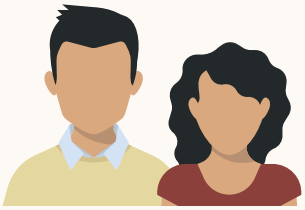
(A) (A)

2. Aile



(A) (B)

3. Aile



(B) (O)

1. Buna göre kan grubu fenotipleri aşağıda verilen çocukların hangi ailelere ait olabileceğini bulunuz.

1. Çocuk

(B)

2. Çocuk

(O)

3. Çocuk

(AB)

.....

2. Birinci ailede anne ve babanın kan grubu genotiplerinin heterozigot olduğu düşünüldüğünde bu ailenin çocuklarının *AO* kan grubu genotipine sahip olma olasılığı kaçtır?

.....

.....

3. İkinci ailede anne ve babanın kan grubu genotiplerinin heterozigot olduğu düşünüldüğünde bu ailenin çocuklarının *O* kan grubu fenotipe sahip olma olasılığı kaçtır?

.....

.....

4. Üçüncü ailede annenin kan grubu genotipi heterozigot olduğu düşünüldüğünde bu ailenin çocuklarının *B* kan grubu fenotipe sahip olma olasılığı kaçtır?

.....

.....

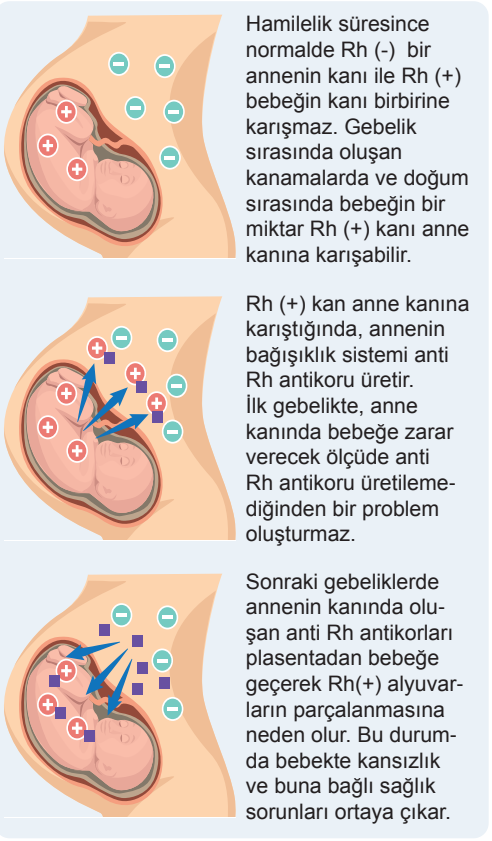
Rh Uyuşmazlığı (Kan Uyuşmazlığı)

Annenin kan grubunun Rh^-, babanın kan grubunun Rh^+ ve fetüsün kan grubunun Rh^+ olduğu durumlarda kan uyuşmazlığından söz edilir. Fetüs, anne gibi Rh^- olduğunda sorun yaşanmaz. Ancak Rh^+ olduğunda Rh uyuşmazlığı görülür (Görsel 2.17).

Rh antikorları doğal olarak kanda bulunmaz, Rh antijeni ile karşılaştığı zaman oluşur. Gebelik ya da doğum esnasında bebeğe ait kan hücreleri anneye plasenta yoluyla geçebilir. Anne, bebeğin alyuvarlarındaki Rh antijenlerini yabancı protein olarak algıladığından annenin bağışıklık sistemi Rh antikorları üretir.

İlk gebelikte genellikle bebek zarar görmez. Ancak sonraki gebeliklerde fetüs Rh^+ olursa sorun yaşanabilir. Çünkü ikinci ve daha sonraki gebeliklerde annenin kanında belli miktarda Rh antikoru bulunduğundan ve annenin bağışıklık sistemi daha hızlı tepki vereceğinden Rh uyuşmazlığı ortaya çıkar. Bu duruma tıp dilinde ***eritroblastosis fetalis*** **(eritroblastozis fetalis)** adı verilmektedir.

Anne tarafından ilk gebelikte üretilen ve kanda bulunan Rh antikorları ikinci fetüse geçer ve alyuvarların parçalanmasına yol açar. Bu durum, kansızlığa neden olur. Kansızlığın şiddetine göre bebekte kalp yetmezliği, beyin hasarı, vücut boşluklarında sıvı birikmesi hatta ölüm gerçekleşebilir. Anne ve fetüs arasında Rh uyuşmazlığı varsa her doğumda doğumu izleyen ilk 72 saat içinde anneye Rh antikoru içeren aşı uygulaması yapılır. Bu sayede bir sonraki gebelikte bebek Rh uyuşmazlığından korunabilir. Ayrıca gebeliğin 28. haftasında yapılan koruyucu iğneler, kan uyuşmazlığını önlemede etkilidir.



Görsel 2.17: Rh uyuşmazlığı

11. Örnek:

1. Aile		2. Aile	
Anne	Baba	Anne	Baba
AB	*X A*	*O*	*X AB*
1. Çocuk	2. Çocuk	3. Çocuk	4. Çocuk
B	*AB*	*AB*	*B*

Yukarıda iki farklı ailenin ve çocuklarının kan grubu fenotipleri verilmiştir. Buna göre çocuklardan hangisinin kan grubu fenotipi yanlıştır?

Çözüm

Birinci ailede babanın genotipleri *AA* ya da *AO* olabilir.

1. durum: *AB X AA* → *AA AA AB AB*

2. durum: *AB X AO* → *AA AO AB BO*

İkinci ailede : *OO X AB* → *AO BO AO BO* 3. çocuğun fenotipi yanlış verilmiştir.

12. Örnek: Kan uyuşmazlığı (*eritroblastosis fetalis*) görülen ailelerin çocuklarında çeşitli anormallikler ve ölüm meydana gelebilmektedir. Kan uyuşmazlığı

I. Annenin Rh^-, babanın Rh^+ olduğu durumda tüm Rh^- çocuklarda

II. Annenin Rh^+, babanın Rh^+ olduğu durumda tüm Rh^- çocuklarda

III. Annenin Rh^-, babanın Rh^+ olduğu durumda ilk Rh^+ çocuktan sonraki Rh^+ çocuklarda

IV. Annenin Rh^+, babanın Rh^- olduğu durumda ilk Rh^- çocuktan sonraki Rh^- çocuklarda

yukarıda verilen durumlardan hangilerinde görülebilir?

A) Yalnız III B) I ve III C) II ve III D) II ve IV E) III ve IV

Çözüm

Annenin kan grubu Rh^-, babanın kan grubu Rh^+ olduğu durumlarda doğacak çocukları Rh^+ veya Rh^- olabilir. Fetüsün Rh^+ olduğu durumlarda Rh uyuşmazlığı görülebilir.

Cevap A seçeneğidir.

13. Örnek: Genotipi *BOrr* olan bir anne ile genotipi *OORr* olan bir babanın çocuklarında

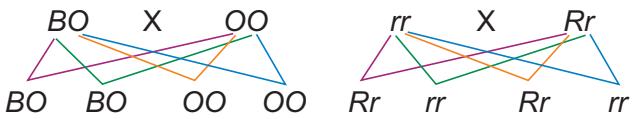
a) Rh uyuşmazlığı görülme riski yüzde kaçtır?

b) Kan grubunun *O* Rh^- olma ihtimali kaçtır?

Çözüm

	Anne	Baba
Genotip:	*BOrr*	*OORr*
Fenotip:	*B* Rh^-	*O* Rh^+

a) Soruda verilen genotipler ve oluşabilecek fenotipler yazılır. Anne ve babanın kan grubu genotipleri ayrı ayrı çaprazlanır.



Anne Rh^- ve baba Rh^+ olduğundan bebeklerden Rh^+ olanlarda Rh uyuşmazlığı görülebilir. Çaprazlama sonucunda Rh bakımından 2/4 oranında Rh^+, 2/4 oranında Rh^- kan grubuna sahip bebekler doğabilir. Bu durumda Rh uyuşmazlığının görülme riski 2/4 = 1/2'dir (% 50).

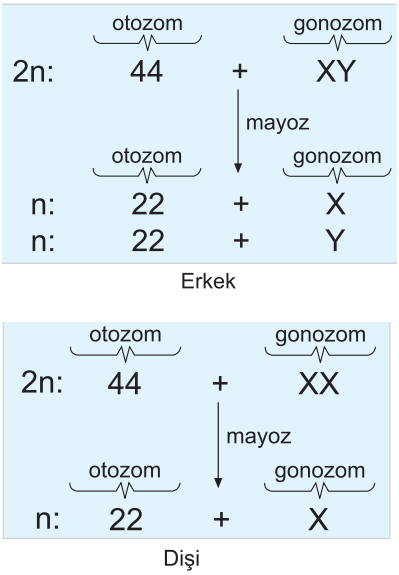
b) *O* Rh^- çocuk olma ihtimali: 1/2 x 1/2 = 1/4'dir.

Eşeye Bağlı Kalıtım

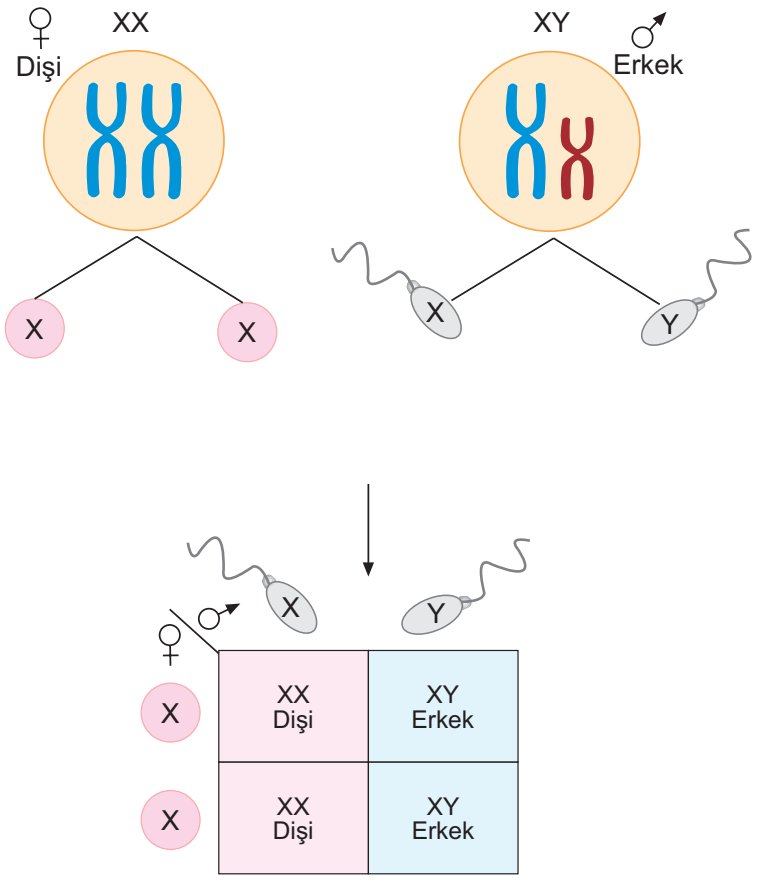
Canlıların birçoğu ayrı eşeylidir. Eşeyi (cinsiyeti) belirleyen genleri taşıyan kromozomlara **eşey kromozomları (gonozom)** adı verilir. Bu kromozomlarda eşeyin belirlenmesinden sorumlu genlerin yanı sıra vücut karakterlerine ve metabolizmasına ait genler de taşınmaktadır. İnsanlarda eşey kromozomları, X ve Y olarak belirlenmiştir. Bu kromozomlar üzerinde taşınan karakterlerin kalıtımına **eşeye bağlı kalıtım** denir. İnsanlarda XX kromozomlarına sahip bireyler dişi, XY kromozomlarına sahip bireyler ise erkek olarak gelişir. Eşey kromozomları dışında kalan kromozomlara ise **vücut kromozomları (otozom)** denir (Görsel 2.18).

Mayoz ile n sayıda kromozoma sahip gametler (yumurta ve sperm) oluşur. Dişilerde yumurtalar "22+X" kromozom formülüne sahiptir. Erkeklerde ise mayoz ile oluşan spermler, "22+X" veya "22+Y" kromozom formülüne sahiptir.

"22+X" kromozom formülüne sahip yumurta, "22+X" kromozom formülüne sahip sperm ile döllenirse kız çocuk; "22+Y" kromozom formülüne sahip sperm ile döllenirse erkek çocuk dünyaya gelir (Görsel 2.19).



Görsel 2.18: İnsanda vücut kromozomları (otozom) ve eşey kromozomları (gonozom)



Genotip oranı: 1/2 XX, 1/2 XY

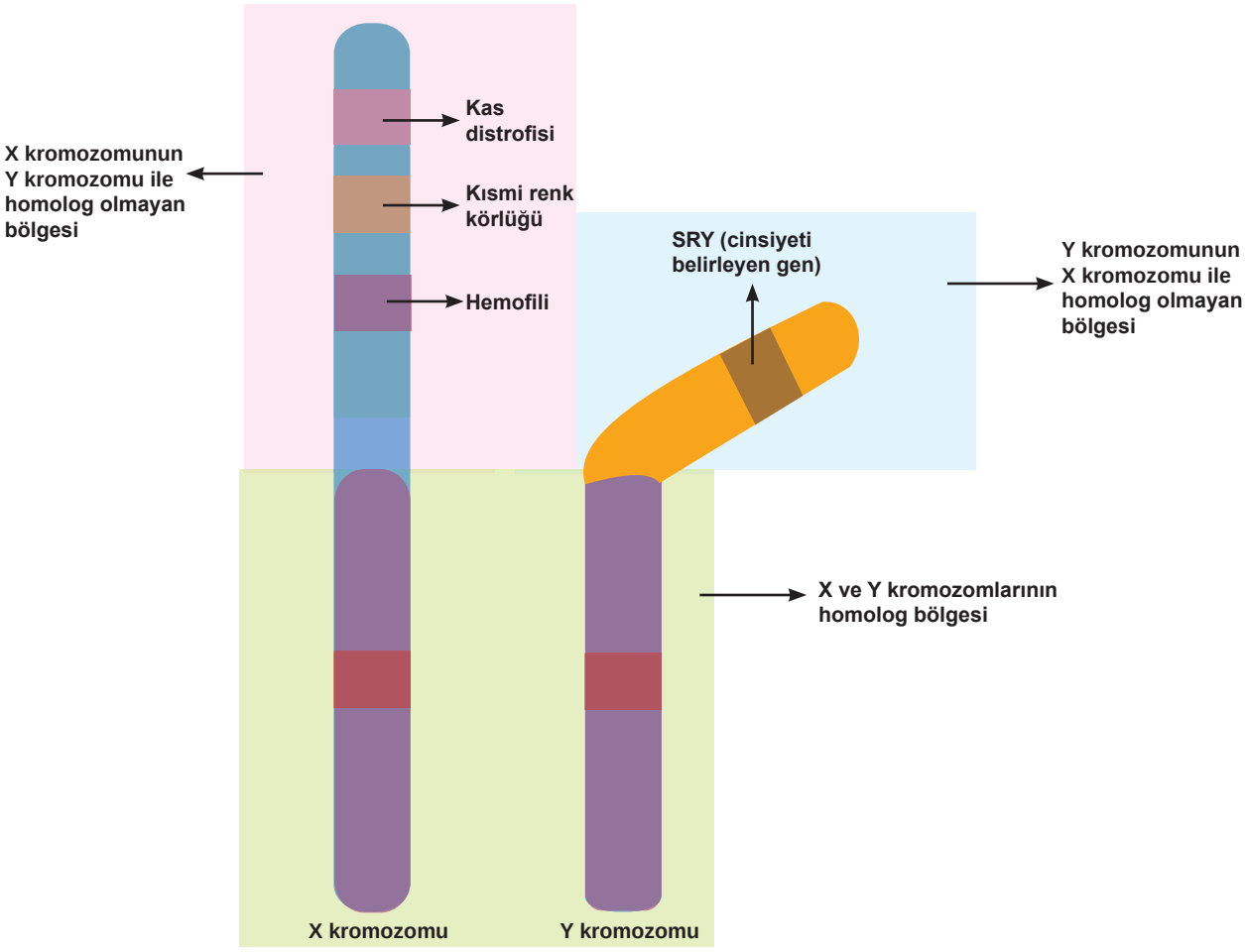
Fenotip oranı: 1/2 kız, 1/2 erkek

Görsel 2.19: İnsandaki eşey kromozomlarının cinsiyeti belirlemedeki rolü

Cinsiyeti, babadan gelen eşey kromozomu belirler. Babadan Y kromozomu alan bireylerin cinsiyeti erkek, babadan X kromozomu alan bireylerin cinsiyeti kız olur. Kız ve erkek çocuğun dünyaya gelme ihtimali eşittir.

X ve Y kromozomlarının şekil ve büyüklükleri birbirinden farklıdır. Bu kromozomlar üzerinde homolog (eş) olan ve homolog olmayan bölgeler bulunur. Homolog olan bölgede aynı karakterlerle etki eden aleller bulunur. X ve Y kromozomlarının homolog bölgesinde taşınan özellikler, hem anneden hem babadan gelen iki alelle belirlenir. Tam renk körlüğü bu duruma örnektir.

X kromozomu, hem dişi hem erkekte bulunur. X kromozomu üzerinde bulunan genlerin kalıtımına **X kromozomuna bağlı kalıtım** denir. X kromozomunun Y ile homolog olmayan bölgesinde taşınan özellikler (X'e bağlı kalıtım) her iki cinsiyette de ortaya çıkabilir. Bu özellikler anneden hem erkek hem de kız çocuklarına aktarılır. Ancak dişilerde iki X kromozomu bulunduğundan iki alelle, erkeklerde bir X kromozomu bulunduğundan bir alelle belirlenir. Sadece Y kromozomu üzerinde bulunan genlerin kalıtımına ise **Y kromozomuna bağlı kalıtım** adı verilir. Y kromozomunun X kromozomu ile homolog olmayan bölgesinde taşınan özellikler, babadan gelen tek bir genle belirlenir (Tek alelle kontrol edilir.). Y kromozomuna bağlı bu özellikler dişilerde Y kromozomu olmadığından babadan sadece erkek çocuklarına aktarılır (Görsel 2.20).



Görsel 2.20: İnsanda kromozomların homolog olan ve homolog olmayan bölgelerinde taşınan bazı özellikler

İnsanda X Kromozomuna Bağlı Kalıtım

X kromozomuna bağlı kalıtımda en çok bilinen hastalıklar kısmi renk körlüğü, kas distrofisi ve hemofilidir.

Karekod 2.5
X kromozomuna bağlı kalıtım

Kısmi Renk Körlüğü (Daltonizm)

Kırmızı ve yeşil renkleri ayırt edememe hastalığıdır. Bu hastalığı taşıyan kişilerin görme merkezinde özel bir pigment molekülü bulunmaz veya gerektiğinden az bulunur. Kısmi renk körlüğü, X kromozomunun Y kromozomu ile homolog olmayan kısmında bulunan çekinik genle taşınır. Kadınlarda iki tane X kromozomu bulunduğundan kısmi renk körlüğünün ortaya çıkabilmesi için çekinik genin her iki kromozom üzerinde de bulunması gerekir. Erkeklerde bir tane X kromozomu bulunduğundan tek başına çekinik alel, hastalığın ortaya çıkması için yeterlidir ve bu yüzden renk körlüğünün erkeklerde görülme ihtimali kadınlardan daha fazladır.

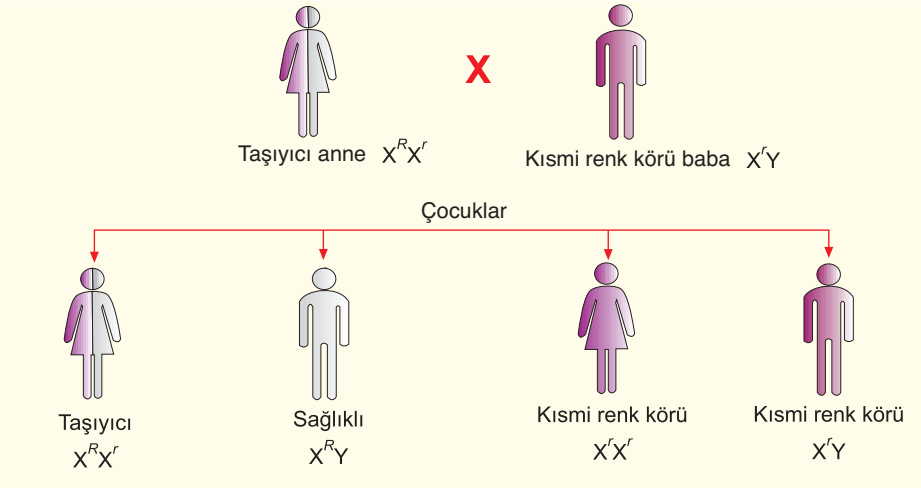
Kısmi renk körlüğü, X kromozomu üzerinde taşındığından erkek çocuk çekinik geni sadece anneden alır. Kız çocuk ise çekinik geni hem anneden hem babadan alır. Bu nedenle anne kısmi renk körü ise erkek çocukların hepsi kısmi renk körüdür. Kız çocuk kısmi renk körü ise baba da kısmi renk körüdür (Tablo 2.8).

Tablo 2.8: Dişi ve Erkeklerde Kısmi Renk Körlüğünün Genotip ve Fenotipleri

X^R ⟶ Sağlıklı gen X^r ⟶ Kısmi renk körlüğü geni

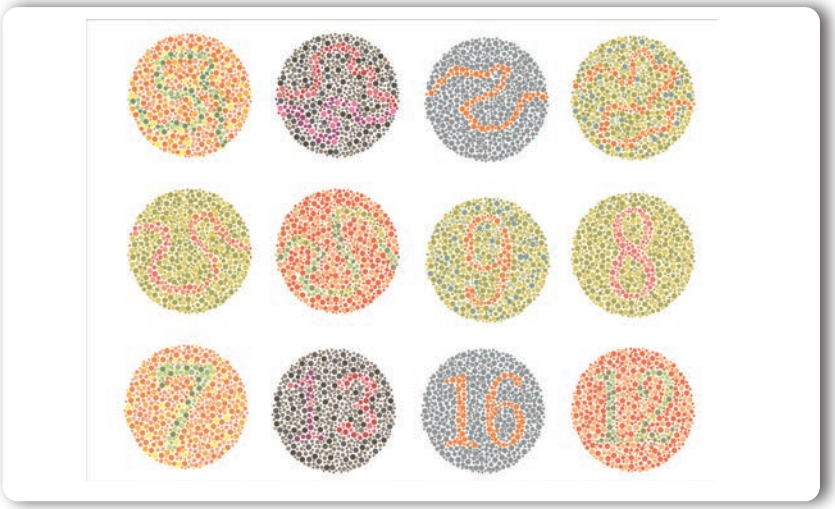
Kadın		Erkek	
Genotip	Fenotip	Genotip	Fenotip
X^RX^R	Sağlıklı	X^RY	Sağlıklı
X^RX^r	Sağlıklı, Taşıyıcı		
X^rX^r	Kısmi renk körü	X^rY	Kısmi renk körü

Kısmi renk körü bir baba ile taşıyıcı annenin evliliğinden doğacak çocuklarda hastalık oluşma olasılıkları 1/4 taşıyıcı, 1/4 sağlıklı, 2/4 kısmi renk körü şeklindedir (Görsel 2.21).



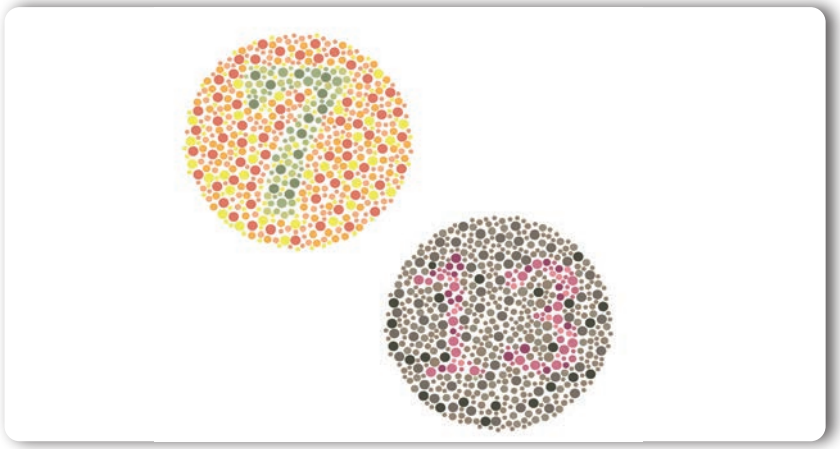
Görsel 2.21: X kromozomunda bulunan kısmi renk körlüğünün kalıtımı

Kısmi renk körlüğünün belirlenmesinde özel bir tarama testi kullanılır. Kısmi renk körlüğünün teşhisinde oldukça yararlı olan bu test, çeşitli renkler içeren kartların gösterilmesiyle yapılır (Görsel 2.22). Ancak asıl teşhis, detaylı göz muayenesi yapıldıktan sonra konur.



Görsel 2.22: Kısmi renk körlüğü testi

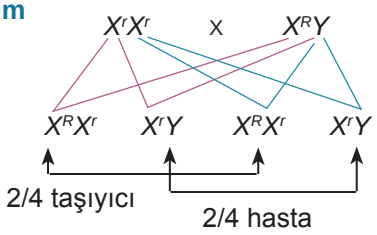
Kısmi renk körlüğünde insanlar, kırmızıyı yeşilden ayıramamaktadır. Aşağıdaki görselde sağlıklı kişiler 7 ve 13 sayılarını görebilirken kısmi renk körleri bu sayıları göremezler (Görsel 2.23).



Görsel 2.23: Kısmi renk körü olan bireyler bu sayıları göremezler.

14. Örnek: Kısmi renk körü bir anne ile sağlıklı bir babadan doğacak çocukların kısmi renk körü olma ihtimali nedir?

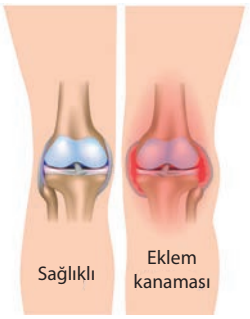
Çözüm



Çocuklarında kısmi renk körü görülme ihtimali % 50'dir.

Hemofili

Kanın pıhtılaşması için gerekli bir ya da daha fazla proteinin eksikliğinde görülen ve X kromozomu üzerinde çekinik genle taşınan kalıtsal hastalıktır. Hemofili hastaları yaralandığı zaman kan pıhtılaşmaz ya da dayanıklı pıhtı oluşumu gecikir. Kanama uzun sürer. Hemofili hastalarında diz, ayak bileği ya da eklemlerde meydana gelen kanamalar; ağrı, şişlik, morluk oluşturur. Bu kanama, organ ya da dokulara zarar verebilir (Görsel 2.24).



Görsel 2.24: Hemofilide iç kanama

Hemofili ve kısmi renk körlüğünün kalıtımı aynı şekilde gerçekleştiği hâlde insan popülasyonlarında kısmi renk körü sayısı hemofili sayısından fazladır. Hemofili hastalığında kanama durumunda uygun tedavi uygulanmazsa ölüm riski yüksek olur.

Günümüzde hemofili hastaları, kanama durumunda kendisinde eksik olan proteinler (kanamayı yavaşlatıcı ya da durdurucu) enjekte edilerek tedavi edilmektedir. Uygulanan tedavi yöntemi ile bu hastaların daha uzun yaşaması sağlanabilmektedir (Tablo 2.9).

Tablo 2.9: Hemofili Hastalığının Genotip ve Fenotipleri

X^H ⟶ sağlıklı gen
X^h ⟶ hemofili geni

Kadın		Erkek	
Genotip	Fenotip	Genotip	Fenotip
X^HX^H	Sağlıklı	X^HY	Sağlıklı
X^HX^h	Sağlıklı, Taşıyıcı		
X^hX^h	Hemofili	X^hY	Hemofili

15. Örnek: Sağlıklı bir baba ile hemofili bakımından taşıyıcı bir annenin erkek çocuklarının hemofili olma olasılığı nedir?

Çözüm

Anne Baba

X^HX^h x X^HY

X^HX^H X^HY X^HX^h X^hY

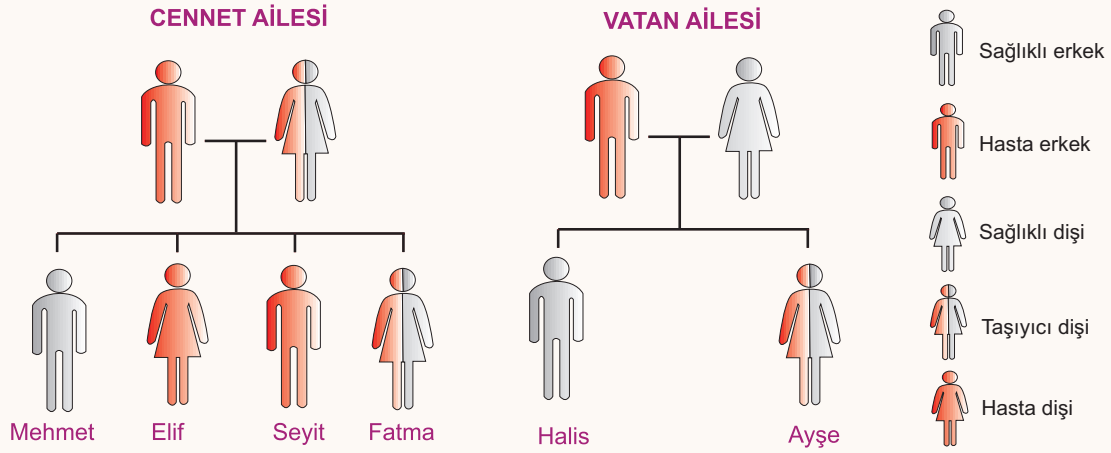
1/2 sağlıklı erkek — 1/2 hasta erkek

Baba sağlıklı, anne taşıyıcı olduğu için erkek çocuğuna 1/2 oranında hastalıklı geni aktarır. Bu durumda erkek çocuklarının hemofili hastası olma olasılığı %50'dir.

SIRA SİZDE

Aşağıdaki soruların cevaplarını boş bırakılan alanlara yazınız.

Aşağıda X kromozomunda çekinik genle aktarılan hemofili hastalığının Cennet ve Vatan ailelerindeki kalıtımı verilmiştir. Hasta, sağlıklı ve taşıyıcı bireyler sembollerle gösterilmiştir. Buna göre



1. Hemofili hastası bir baba ile taşıyıcı bir anneden doğacak kız ve erkek çocukların hemofili olma ihtimali nedir?

.....

.....

2. Hemofili hastalığı bakımından hem taşıyıcı hem de sağlıklı kız çocuklarına sahip olan anne ve babanın genotipleri nasıl olmalıdır?

.....

.....

3. Cennet ve Vatan ailelerinin hangi çocukları evlenirse erkek çocukları hasta doğabilir?

.....

.....

4. Cennet ve Vatan ailelerinin hangi çocukları evlenirse kız çocukları hasta doğabilir?

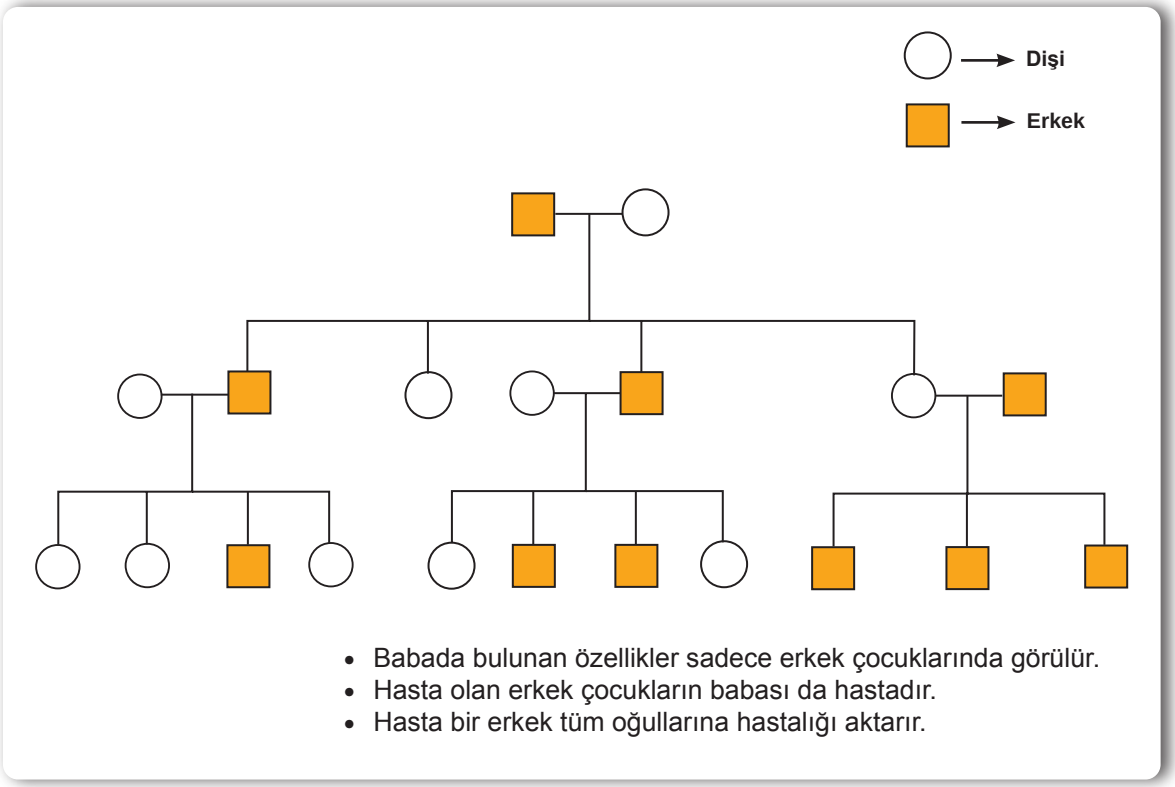
.....

.....

İnsanda Y Kromozomuna Bağlı Kalıtım

Y kromozomunun X kromozomu ile homolog olmayan kısmında bulunan özellikler babadan gelen tek bir alelle belirlenir ve sadece erkeklerde görülür. Babada var olan bir özellik tüm erkek çocuklarına aktarılır. Y kromozomu üzerinde bulunan SRY geni erkek cinsiyet gelişiminde rol oynayan en önemli gendir. SRY geni, erkeklerin embriyonik dönemdeki cinsiyete bağlı özelliklerin gelişiminde ve testis oluşumunda etkilidir.

Sadece erkeklerde bulunduğu için Y kromozomuna bağlı karakterlerin kalıtımına **Y kromozomuna bağlı kalıtım denir.** Y kromozomunun homolog olmayan bölgesinde taşınan bir genin X kromozomu üzerinde aleli olmadığı için aleller baskın veya çekinik olsa da fenotipte daima etkisini gösterir (Görsel 2.25).



Görsel 2.25: Y kromozomuna bağlı kalıtım soyağacı

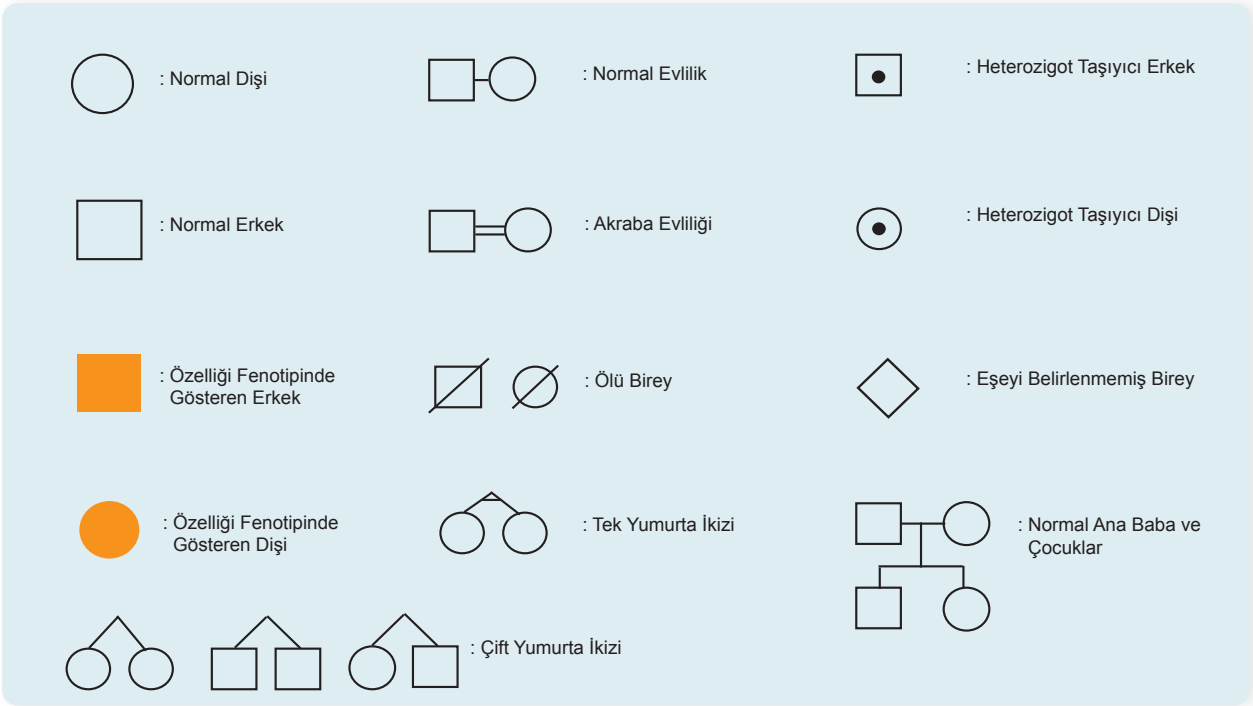
Soyağaçları

Genetik bilimciler tarafından geliştirilmiş anne, baba, çocuk ve aralarında kan bağı bulunan akrabalar arasında belirli bir karakterin kuşaktan kuşağa geçişini açıklayan şemaya **soyağacı** denir.

Soyağacında kare şeklinde gösterilen bireyler erkekleri, daire şeklinde gösterilen bireyler dişileri temsil etmektedir. Bunların arasındaki yatay çizgi evlilik bağını, bu çizginin altında bulunanlar soldan sağa doğum sırasına göre çocukları temsil etmektedir. İncelenecek özelliği fenotipte gösteren bireyler, renkli ya da taralı olarak belirtilir.

Soyağaçlarında aşağıda verilen evrensel semboller kullanılmaktadır (Tablo 2.10).

Tablo 2.10: Soyağacı Hazırlanırken Kullanılan Semboller



İnsanların eşeysel olgunluğa erişmesinin uzun zaman alması, genetik çalışma ve araştırma uygulamalarında insan kullanımını zorlaştırır. Bu durum etik açıdan da belli ilkeler gerektirir. Etik ilkeler gereği genetik çalışma ve araştırmaya katılacak katılımcı yeterli düzeyde bilgilendirilmeli, katılımcının onayı alınmalı, kimlik ve genetik bilgileri gizli tutulmalıdır. Genetikçiler, daha önce gerçekleşmiş olan evliliklerin sonuçlarını analiz ederler. Bunun için bir özellik bakımından seçilen ailenin tüm bilgilerinin toplanıp kuşaktan kuşağa nasıl aktarıldığı, soyağacı üzerinde gösterilir.

Soyağacı sorularında verilen özellikler tek tek denenir. Genellikle bir özelliği taşıyan birey, koyu renkli ya da içi taralı olarak belirtilir. Ayrıca sorularda verilen otozomal baskın, otozomal çekinik, otozomal eş baskın, X ve Y kromozomuna bağlı özellikler aşağıdaki şekilde gösterilebilir:

Otozomal baskın alelin gösterimi *A*,

Otozomal çekinik alelin gösterimi *a*,

Otozomal eş baskın alellerin gösterimi *AB* ve *MN* gibi.

X kromozomu üzerinde taşınan çekinik alelin gösterimi X^a,

X kromozomu üzerinde taşınan baskın alelin gösterimi X^A,

Y kromozomu üzerinde taşınan baskın alelin gösterimi Y^A,

Y kromozomu üzerinde taşınan çekinik alelin gösterimi Y^a,

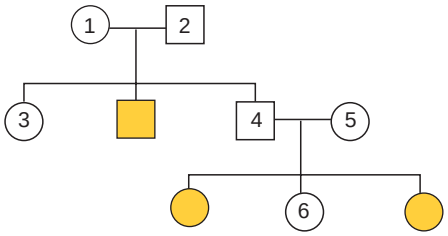
X ve Y kromozomlarının homolog bölgesinde taşınan çekinik alellerin gösterimi X^aY^a'dır.

Taralı veya renkli verilen bireylerin özelliği yerine yazılır ve kalıtımın doğruluğu denenir. Soyağacında olmaması gereken bir özellik ortaya çıkmışsa mutasyondan söz edilebilir.

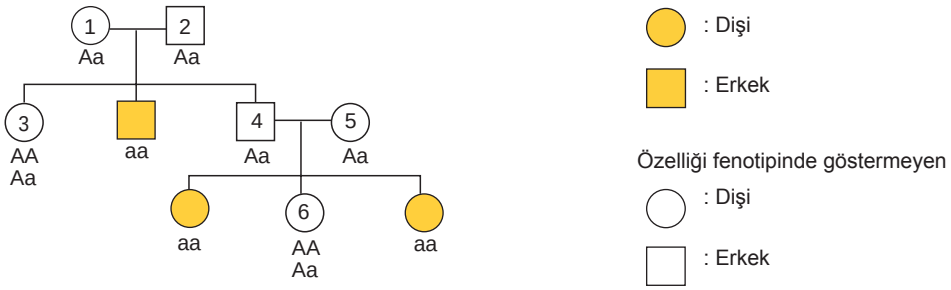
Soyağacı Örnekleri ve Çözümleri

Soyağaçları ile yapılan çalışmalarda birinci nesil (ata) bireylerin fenotip ve genotip özelliklerinden yola çıkarak daha sonraki nesillerin genotipleri veya sonraki nesillerin fenotiplerine bakılarak ata bireylerin genotipleri tahmin edilmeye çalışılır.

16. Örnek: Otozomal çekinik bir özelliği fenotipinde gösteren bireyler aşağıda verilen soyağacında renkli olarak gösterilmiştir. Soyağacında yer alan bireylerin genotiplerini yazınız. Kaç numaralı birey ya da bireylerin genotipi kesin olarak bilinemez?



Çözüm:



Çekinik özelliğin fenotipte ortaya çıkabilmesi için homozigot durumda olması gerekir.

Çekinik özellik bakımından renkli olarak verilen bireylerin genotipi aa, renkli olmayan bireylerin genotipi ise AA veya Aa'dır.

Soyağacında renkli olarak gösterilen bireyler, bu özellik açısından çekinik fenotiplidir ve genotipi aa'dır.

1 ve 2 numaralı bireylerin çekinik özelliği fenotiplerinde gösteren erkek çocukları olmuştur. Bu nedenle 1 ve 2 numaralı bireyler bu özellik bakımından çekinik fenotipe sahip oldukları için heterozigottur (Aa).

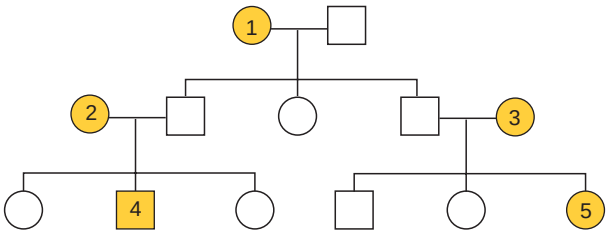
3 numaralı bireyin ebeveynleri olan 1 ve 2 numaralı bireyler heterozigot olduğundan 3 numaralı birey AA veya Aa genotipli olabilir.

4 ve 5 numaralı bireyler bu özellik bakımından çekinik fenotipe sahip oldukları için heterozigottur (Aa).

6 numaralı bireyin ebeveynleri olan 4 ve 5 numaralı bireyler heterozigott olduğundan 6 numaralı birey AA veya Aa genotipli olabilir.

Sonuç olarak 3 ve 6 numaralı bireylerin genotipi kesin olarak bilinemez.

17. Örnek: Otozomal baskın bir özelliği fenotipinde gösteren bireyler aşağıda verilen soyağacında renkli olarak gösterilmiştir. Buna göre soyağacında yer alan bireylerin genotiplerini yazınız. Kaç numaralı birey ya da bireylerin genotipi kesin olarak bilinemez?



Özelliği fenotipinde gösteren

: Dişi

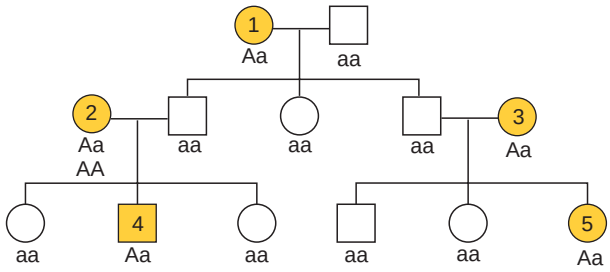
: Erkek

Özelliği fenotipinde göstermeyen

: Dişi

: Erkek

Çözüm:



Otozomal baskın özellikler, hem homozigot hem de heterozigot durumda fenotipte gözlenir. İlgili alelin yalnızca anneden ya da babadan yavrulara aktarılması yeterlidir.

Otozomal baskın özellik bakımından renkli olarak verilen bireyler, bu özellik açısından baskın fenotiplidir ve genotipi AA veya Aa, renkli olmayan bireylerin genotipi ise aa'dır.

Soyağacında renkli olarak gösterilen bireyler baskın özelliği genotipinde göstermeyen bireylerdir (aa).

Soyağacında renkli olarak gösterilen bireyler, bu özellik açısından baskın fenotiplidir ve genotipi AA veya aa'dır.

1 numaralı bireyin sağlıklı çocukları olduğu için heterozigottur (Aa)

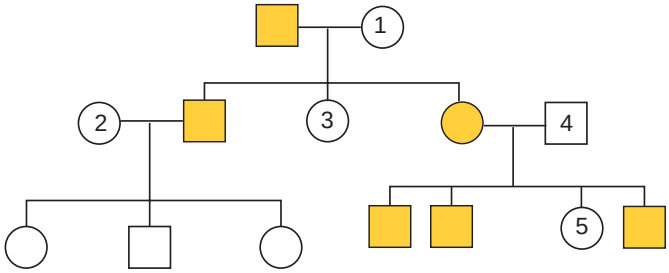
2 numaralı bireyin annesi heterozigot olduğundan 2 numaralı birey AA veya Aa genotipli olabilir.

3, 4 ve 5 numaralı bireylerin genotipi heterozigottur (Aa)

Sonuç olarak 3 numaralı bireyin genotipi kesin olarak bilinemez.

2 numaralı bireyin genotipi kesin olarak bilinemez.

18. Örnek: Aşağıdaki soyağacında X'e bağlı çekinik bir özelliği fenotipinde gösteren bireyler renkli olarak verilmiştir. Bu özelliği fenotipinde göstermeyen 1, 2, 3, 4 ve 5 numaralı bireylerin genotipi ne olabilir?



Özelliği fenotipinde gösteren

: Dişi

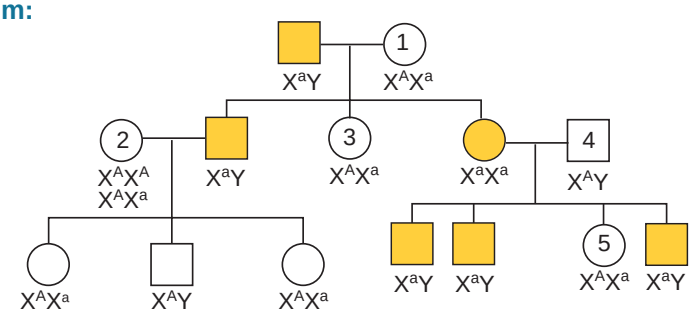
: Erkek

Özelliği fenotipinde göstermeyen

: Dişi

: Erkek

Çözüm:



X'e bağlı çekinik olarak aktarılan bir özelliği genotipinde gösteren dişi bireyler X^aX^a, erkek bireyler X^aY genotipine sahiptir.

1 numaralı birey (anne) taşıyıcı (X^AX^a) olmalıdır. Çünkü bu özelliği fenotipinde gösteren erkek çocuğu (X^aY) olmuştur. Erkek çocuk anneden X^a alelini alırken babadan Y kromozomunu almıştır.

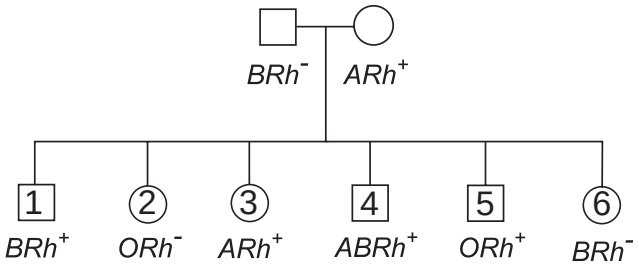
2 numaralı dişi birey sağlam (X^AX^A) ya da taşıyıcıdır (X^AX^a).

3 numaralı dişi birey taşıyıcıdır (X^AX^a).

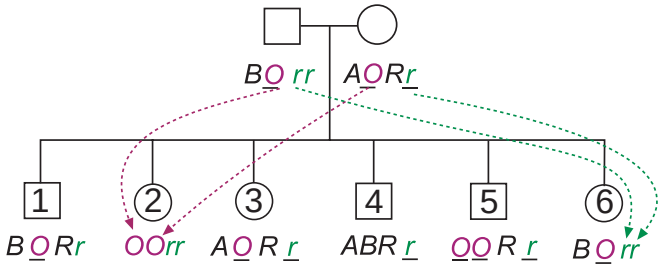
4 numaralı erkek birey sağlıklıdır (X^AY).

5 numaralı dişi birey taşıyıcıdır (X^AX^a).

19. Örnek: Aşağıdaki soy ağacında bir ailedeki bireylerin kan grubu fenotipleri verilmiştir. Soy ağacında verilen bireylerin genotiplerini bulunuz. Numaralı bireylerden hangisi ya da hangileri kan grubunu belirleyen genler bakımından homozigottur?



Çözüm:



A, B, AB gruplarının kalıtımı otozamal eş baskın özelliktedir. O ve Rh^- kan grupları çekinik özelliktedir. Bir bireyin O kan grubundan olabilmesi için anne ve babasında O alelinin bulunması gerekir. Rh^- olabilmesi için hem annesinde hem de babasında r alelinin bulunması gerekir.

BRh^- baba ile ARh^+ annenin ORh^- çocukları olduğuna göre babanın kan grubu genotipi BO, annenin kan grubu genotipi AO'dır.

Rh^+ annenin Rh^- kan gruplu çocukları olduğuna göre annenin genotipi Rr'dir.

Bu durumda annenin kan grubu genotipi AORr, babanın kan grubu genotipi ise BOrr olur.

1 numaralı birey babasından B ve R, annesinden 0 ve r alelleri aldığı için genotipi BOrr'dir.

2 numaralı bireyin genotipi OOrr'dir.

3 numaralı birey babasından A ve R, annesinden O ve r alelleri aldığı için genotipi AORr'dir.

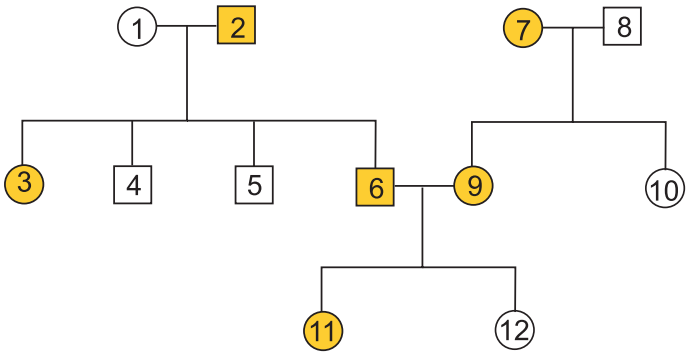
4 numaralı birey babasından A ve R, annesinden B ve r alelleri aldığı için genotipi ABRr'dir.

5 numaralı bireyin genotipi OORr'dir.

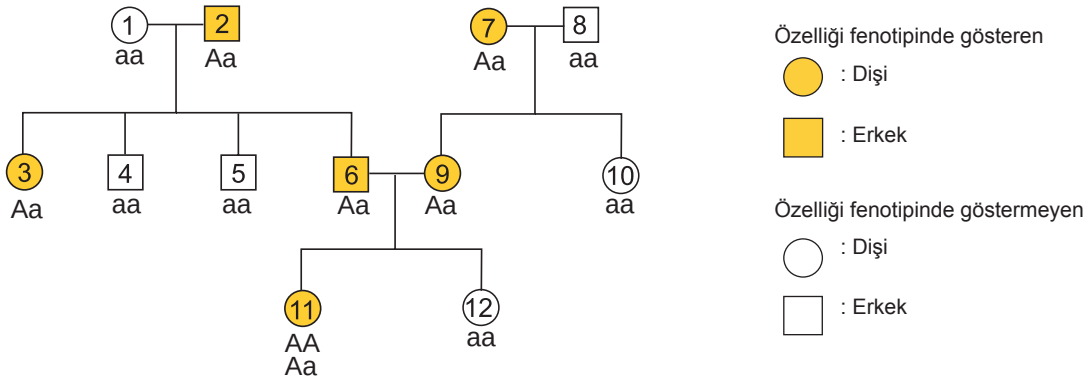
6 numaralı bireyin genotipi BOrr'dir.

Bu durumda 2 numaralı birey kan grubunu belirleyen genler bakımından homozigottur.

20. Örnek: Alın açıklığı, otozomlarda taşınan baskın bir özelliktir. Bu özelliği fenotipinde gösteren bireyler, soyağacında renkli olarak verilmiştir. Buna göre soyağacındaki hangi bireyler bu karakter bakımından kesinlikle heterozigottur?



Çözüm:

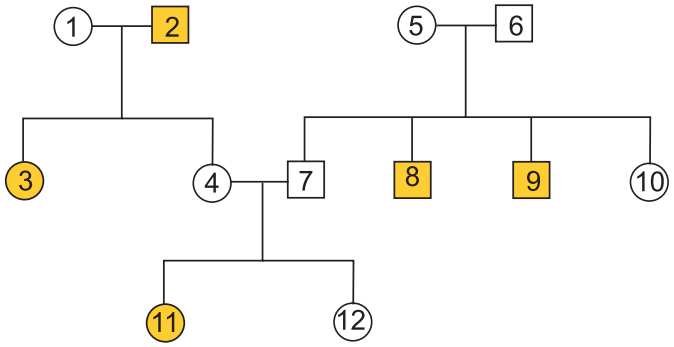


Otozomal baskın özellik bakımından renkli olarak verilen bireyler, bu özellik açısından baskın fenotiplidir ve genotipi AA veya Aa, renkli olmayan bireylerin genotipi ise aa'dır.

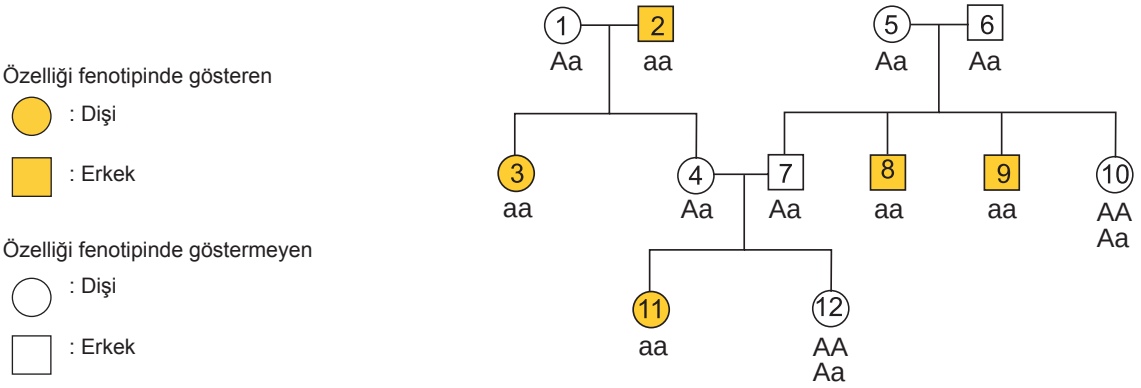
Renkli gösterilmeyen bireylerin genotipine "aa" yazılır. 12 numaralı bireyin açık alınlı olmaması (*aa*), 6 ve 9 numaralı bireylerin heterozigot (*Aa*) olduğunu gösterir. 11 numaralı birey de homozigot ya da heterozigot baskın olabilir. 4 ve 5 numaralı bireylerin açık alınlı olmaması (*aa*), 1 numaralı bireyin de açık alınlı olmaması (*aa*), 2 numaralı bireyin heterozigot baskın (*Aa*) olması anlamına gelir. 3 ve 6 numaralı bireyler de heterozigottur.

10 numaralı birey açık alınlı olmadığı için (*aa*) 7 numaralı birey heterozigot baskındır (*Aa*). 8 numaralı birey açık alınlı olmadığından homozigot çekinik (*aa*) durumdadır. 2, 3, 6, 7, 9 numaralı bireyler heterozigot genotiplidir.

21. Örnek: İnsanda yapışık kulak memesi, otozomlarda taşınan çekinik bir özelliktir. Bu özelliği fenotipinde gösteren bireyler, soyağacında renkli olarak gösterilmiştir. Buna göre soyağacındaki hangi bireylerin bu karakter bakımından genotipi kesin olarak belirlenemez?



Çözüm:



Çekinik özellik bakımından renkli olarak verilen bireylerin genotipi aa, renkli olmayan bireylerin genotipi ise AA veya Aa'dır.

Renkli gösterilen bireylerin genotipine "*aa*" yazılır. Renkli olmayanların genotipi, homozigot veya heterozigot olabileceği için "*A*" yazılıp yan tarafı boş bırakılır. 11 numaralı bireyin genotipi aa'dır.

Ebeveynleri olan 4 ve 7 numaralı bireyler de heterozigottur (*Aa*).

12 numaralı birey de *AA* veya *Aa* genotiplidir.

3 numaralı birey aa genotiplidir.

2 numaralı birey de *aa* genotiplidir. Dolayısıyla 1 numaralı birey de heterozigottur.

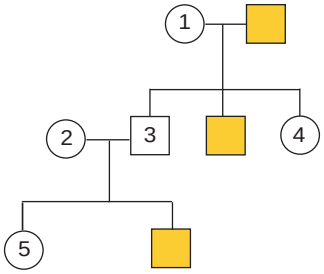
8 ve 9 numaralı bireylerin genotipi *aa*'dır.

Ebeveynleri olan 5 ve 6 numaralı bireyler heterozigottur.

10 numaralı birey de *AA* veya *Aa* genotipli olabilir.

Sonuç olarak 10 ve 12 numaralı bireylerin genotipi kesin olarak belirlenemez.

22. Örnek: Aşağıdaki soyağacında *X* kromozomuna bağlı çekinik bir alelle taşınan kısmi renk körlüğü hastalığının kalıtımı verilmiştir. Özelliği gösteren bireyler renkli olarak verilmiştir. Buna göre soyağacındaki bireylerin genotipleri neler olabilir?



Özelliği fenotipinde gösteren

: Dişi

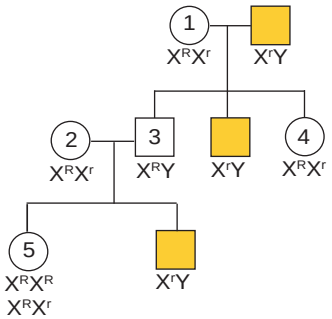
: Erkek

Özelliği fenotipinde göstermeyen

: Dişi

: Erkek

Çözüm:



X'e bağlı çekinik olarak aktarılan bir özelliği genotipinde gösteren dişi bireyler X^rX^r, erkek bireyler X^rY genotipine sahiptir.

1 numaralı birey (anne) taşıyıcı (X^RX^r) olmalıdır. Çünkü kısmi renk körü olan erkek çocuğu (X^rY) olmuştur. Anneden X^r genini alırken babadan Y kromozomunu almıştır.

2 numaralı bireyin kısmi renk körü erkek çocuğu dünyaya geldiği için kendisi de taşıyıcıdır (X^RX^r).

3 numaralı erkek birey sağlamdır (X^RY).

4 numaralı dişi birey, renkli gösterilmediği için kısmi renk körü değildir ancak babasından X^r geni aldığı için taşıyıcıdır (X^RX^r).

5 numaralı dişi birey sağlam (X^RX^R) ya da taşıyıcıdır (X^RX^r).

Karekod 2.6
Akraba evliliği ve hastalık

Akraba Evliliği

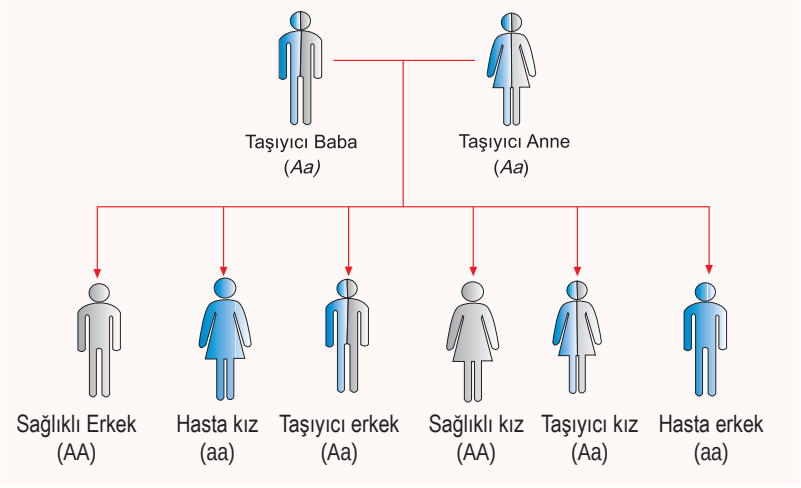
Aralarında kan bağı olan kişiler arasında yapılan evliliklere **akraba evliliği** denir. Bu tür evliliklerde hastalık alellerinin bir araya gelme olasılığı arttığı için aileden gelen kalıtsal hastalıklar varsa bu hastalıkların ortaya çıkma olasılığı da artar. Kalıtsal hastalıkların çoğu çekinik alellerle taşınır. Çekinik gen sadece homozigot hâlde etkisini gösterir. Bu hastalıkların ortaya çıkması için çekinik alelin hem anneden hem de babadan bireye aktarılması gerekir. Çekinik alellerle kalıtılan bir özellik bakımından taşıyıcı olan anne babanın, çekinik alleleri kız ve erkek çocuklarına aktardıklarında hem sağlıklı hem de taşıyıcı ve hasta çocukları olabilir (Görsel 2.26).

Hasta olmayan ancak hastalık genini heterozigot durumda taşıyan akraba anne ve babanın bu hastalık genini çocuklarına aktarma olasılığı, akraba olmayan anne babaya göre daha fazladır. Çünkü akraba olmayan kişiler arasında aynı hastalık geninin bulunma ihtimali düşüktür. Akraba evlilikleri sonucu dünyaya gelen çocuklarda zihinsel, işlevsel ve bedensel bozukluklar; göz, kulak, kalp, şeker ve kan hastalıkları daha çok görülmektedir. Bu tür çocukların bakımları, maddi ve manevi açıdan oldukça güçtür. Toplumdaki bireylerin akraba evliliğine bağlı kalıtsal hastalıklarla ilgili bilinçlendirilmesi, akraba evliliği yapacak kişilerin genetik testler yaptırıp önlem almaları, hasta bebeklerin dünyaya gelmesinin önlenmesi bakımından önemlidir.

ARAŞTIRINIZ

Akraba evliliklerinin hangi hastalıklara sebep olduğunu araştırınız.

Araştırdığınız hastalıklardan birini seçerek daha detaylı bir araştırma yapınız. Bu konuda sağlık sektöründe çalışan kişilerden (hekim, hemşire, genetik uzmanı vb.) yardım alabilirsiniz.



Görsel 2.26: Akraba evliliğinde hastalığa neden olan çekinik genlerin aktarımı

18. Örnek: İnsanlarda Akdeniz anemisi (talasemi) otomozal çekinik kalıtılan bir hastalıktır. Dikkaya ailesinde Elif, Ece ve Kağan kuzendir. Aksoy ailesinde Eymen, Yağmur ve Yağız kuzendir. Dikkaya ailesinde Akdeniz anemisi görülürken Aksoy ailesinde bu gen hiçbir bireyde görülmemiştir. Buna göre aşağıdaki evliliklerin hangisinde doğacak çocuğun bu hastalığa sahip olma ihtimali en yüksektir?

A) Ece, Kağan B) Eymen, Elif C) Yağız, Ece

D) Kağan, Yağmur E) Elif, Yağız

Çözüm

Ece ve Kağan'ın evliliği, akraba evliliği olduğundan çocuklarında bu hastalığın görülme ihtimali fazladır.

SIRA SİZDE

AKRABA EVLİLİĞİ VE GENETİK HASTALIKLAR

Akraba evliliği yapmak otozomal resesif kalıtsal hastalıklar için önemli bir risktir. Bu nedenle akraba evliliği yapmaktan kaçınmak, bu hastalıklardan korunmak için çok önemli ve kolay bir yoldur. Yeni evlenecek olan ve akraba evliliği yapacak kişilere Türkiye'de sık görülen hastalıklardan biri olan ve Akdeniz anemisi de denilen talasemi hastalığı için taşıyıcılık testi yapılması önerilmektedir. Tedavisi çok güç kalıtsal bir hastalık olan talasemi, Türkiye genelinde her 50 kişiden birinde; Antalya, Adana ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ise her 10 kişiden birinde taşıyıcı olarak görülmektedir. Anne ve baba adayının her ikisinin de taşıyıcı olması, annenin hasta bir çocuk doğurma riskini önemli oranda artırır (%25). Riskli ailelerin doğum öncesi tanı olanağından yararlanabilmeleri için DNA testi ile anne ve babanın mutasyonlarının gebelikten önce belirlenmiş olması gerekir. Mutasyonlar bilindiği takdirde gebeliğin erken bir evresinde Korion Villus Aspirasyonu ile elde edilen dokuda hastalık tanısı kısa sürede konulabilir. Mutasyonların önceden bilinmediği durumlarda ise gebeliğin daha sonraki haftalarında (18. haftadan sonra) kordon kanında hemoglobin zincir analizi yapılarak hastalık tanınabilir. Verilen bilgilere göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

T.C. Sağlık bakanlığı GENETİK HASTALIKLAR Sağlık personeli için el kitabı S:13.

1. Evlilik öncesinde akraba evliliği yapmayacak çiftlere de talasemi testi yapılmasının nedenleri neler olabilir?

.....

.....

2. Talasemi hastalığının ortaya çıkış nedeni nedir?

.....

3. Talasemi hastalığına neden olan genin “t” ile ifade edildiğini varsayalım. Buna göre talasemi hastası olmayan iki bireyin iki çocuklarından birisi talasemi hastası diğeri ise sağlıklı olarak dünyaya gelirse anne, baba ve iki çocuğun genotipleri nasıl olabilir?

.....

.....

4. Talasemi ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru değildir?

A) Talasemide mutant genin etkisi ancak geni homozigot olarak taşıyanlarda ortaya çıkar.
B) Fenotip olarak normal olan, ancak mutant geni heterozigot olarak taşıyan anne ve babadan doğan çocuklara hastalık %25 olasılıkla geçer.
C) Fenotip olarak normal olan, ancak mutant geni heterozigot olarak taşıyan anne ve babadan fenotipi normal olan çocuk doğma olasılığı %25, genotipi taşıyıcı olan çocuk doğma olasılığı ise %50’dir.
D) Akraba evlilikleri, nadir görülen talasemi gibi otozomal resesif hastalıkların toplumdaki görülme sıklığını artırır.
E) Akraba evliliklerinden kaynaklanacak talasemi gibi hastalıklar hakkında toplumu bilinçlendirmek ve bu doğrultuda hizmet sunumunu planlamak büyük önem taşımaktadır.

2.1.2. GENETİK VARYASYONLAR VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK

Aynı türe ait bireylerin karakteristik özelliklerini belirleyen türe özgü gen dizilimleri vardır. Tür içindeki gen dizilimlerinin çeşitliliği **genetik varyasyon** olarak adlandırılır. İnsanda kahverengi, mavi, ela ve yeşil göz renklerinin bulunması bir genetik varyasyon örneğidir. Tür içindeki genetik varyasyon; mayoz, döllenme ve mutasyon gibi olaylar sonucu oluşur.

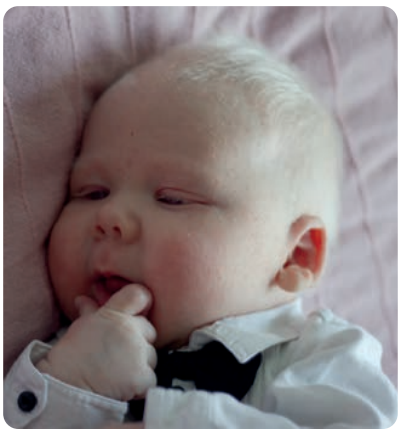
Mayoz sırasında gerçekleşen krossing over ve homolog kromozomların bağımsız dağılımı, tür içinde yeni gen kombinasyonlarının ortaya çıkmasına ve tür içi kalıtsal çeşitliliğe neden olur (Görsel 2.27). Eşeyli üreme sırasında yumurtayı hangi spermin dölleyeceğinin rastgele gerçekleşmesi de genetik varyasyonlara neden olmaktadır.

Görsel 2.27: Tür içi kalıtsal çeşitlilik (Buldog köpeği)

Bir ya da birden fazla genin nükleotit diziliminde meydana gelen kalıcı değişimler **mutasyon** olarak adlandırılır. Mutasyonlar sonucunda genetik varyasyonlar ortaya çıkar. Mutasyonlar rastlantı sonucu oluşur ve mutasyonların çoğu zararlıdır.

Vücut hücrelerinde meydana gelen mutasyonlar sadece mutasyonun gerçekleştiği canlıyı etkiler, kalıtsal değildir, yavrularına aktarılmaz. Üreme ve üreme ana hücrelerinde meydana gelen mutasyonlar ise gelecek kuşaklara aktarılabilir (Görsel 2.28, 2.29).

Görsel 2.28: Mutasyon sonucu boynuz sayısı değişmiş bir keçi



Görsel 2.29: Mutasyon sonucu pigment eksikliği ile doğmuş albino bebek

Bazı faktörler, mutasyonun meydana gelme olasılığını artırır. Mutasyona sebep olan bu faktörlere **mutajen** adı verilir. Radyasyon, ultraviyole ışınları, X ışınları, radyoaktif maddeler, nitrik asit, hardal gazı, formaldehit, uyuşturucu maddeler ve bazı ilaçlar mutasyona sebep olmaktadır.

Tür içinde gözlenen genetik varyasyonlar, türe ait bireylerin değişen ortam koşullarına uyum yapma yeteneğini artırır. Böylece türün değişen ortama adapte olması kolaylaşır.

Aynı genetik yapıya sahip bireylerin fazla olduğu popülasyonlarda çevre koşulları değiştiğinde bireylerin yeni koşullara uyum olasılığı düşüktür. Bu durum popülasyonun yok olmasına neden olabilir.

Doğada dar bir alana sıkışmış ve kendi türünden başka popülasyondaki bireylerle çiftleşmesi engellenmiş popülasyonlar bulunabilir. Bu tür popülasyonlarda soy içi üreme olasılığı fazladır. Soy içi üreme, genellikle genetik varyasyonları ve bireylerin değişen çevresel koşullara uyum yeteneklerini azaltır. Bu bölgelerde var olan biyolojik çeşitlilik bu durumdan olumsuz etkilenir.

Aynı türe ait genotip yapısı farklı bireylerin çevrenin etkisiyle fenotipleri de değişkenlik gösterir. Ortaya çıkan bu genetik zenginlik, bireylerin çevreye uyum yeteneğini dolayısı ile popülasyonların devamlılığını artırır. Bir ekosistemde yaşayan canlı çeşitliliği ve sayısı **biyolojik çeşitlilik** olarak adlandırılır. Genetik olarak tür içinde ya da türler arasında ortaya çıkan farklılıklar, genetik çeşitliliğe yol açar. Ekosistemlerdeki hayvan, bitki ve mikroorganizmaların ortaya çıkardığı biyolojik çeşitlilik yaşamın sürdürülebilmesi için büyük bir öneme sahiptir. Artan insan nüfusunun ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için biyolojik çeşitliliğin korunması zorunludur (Görsel 2.30).

Görsel 2.30: Biyolojik çeşitlilik

SIRA SİZDE

Aşağıdaki soruların cevaplarını boş bırakılan alanlara yazınız.

Bilimsel adı *Liguus fasciatus* (Ligus fasiyatus) olan deniz minarelerinin hepsi aynı türe aittir. Yüzeysel bir bakışla bile tür içerisindeki çeşitlilik kolayca görülebilir.

Buna göre

1. Bu varyasyonların ortaya çıkmasına neden olan faktörlerle ilgili araştırma yaparak sonuçlarını sınıf içerisinde tartışınız.

.....

2. Bu türdeki varyasyonların avantajları nelerdir? Açıklayınız (Örneğin sarı kumlar ve kayalık bölgelerde yaşayan bireyler açısından değerlendiriniz.).

.....

ETKİNLİK

Etkinlik No. : 2.1

Etkinliğin Adı : Tür içi varyasyonu açıklayan elektronik sunu

Etkinliğin Amacı: Tür içi varyasyonu görsel sunumla açıklamak.

Süre: 1 ders saati

Araç Gereç

• Fotoğraf makinesi, bilgisayar

Uygulama

- Sınıfta dörder kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Çevrenizde bulunan kedi, köpek gibi sokak hayvanlarının fotoğraflarını çekiniz.
- Fotoğraflardaki aynı türe ait hayvanların farklılıklarını belirleyiniz.
- Çalışma grubunuzla tür içi varyasyonu gösteren bir sunu hazırlayınız.

Sonuçlandırma

1. Hazırladığınız sunuyu sınıf içinde arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. Tür içi varyasyonların canlıya sağladığı avantajlar nelerdir?

.....

OKUMA PARÇASI

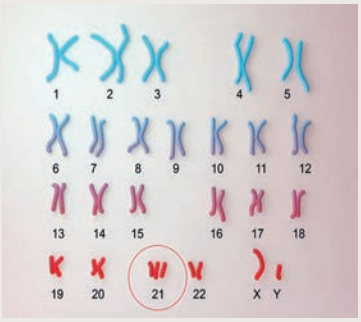
DOWN SENDROMU

İnsandaki genetik kod, 46 kromozomla nesilden nesile aktarılır. Gamet oluşumu sırasında 21. kromozomun iki yerine üç tane olması sonucu görülen anomalilerden biri Down sendromudur (Trizomi 21 = Mongolizm).

Down sendromlu bireyin anne ya da babasında oluşan gametler, 23 kromozomlu değil 24 kromozomludur. 21. kromozom çiftinde ayrılmama sonucu oluşan gametler, normal gametle döllenirse 45 veya 47 kromozomlu bireyler oluşur. 45 kromozomlu bireylerin tamamı ölür. 47 kromozomlu bireyler mongol olarak adlandırılır.

Kadınlarda 40 yaşından sonra Down sendromlu çocuk doğurma riski artmaktadır. Mongol bireylerin kromozom fotoğraflarında (karyotip) 21. kromozom çiftinin iki yerine üç tane olduğu görülür.

Down sendromlu bireylerin yüz yapıları karakteristiktir. Bu bireyler, birbirlerine benzerler. Zekâda ve vücut gelişiminde gerilik olur. Genellikle kısa boylu olup kalp bozuklukları, solunum yolu enfeksiyonlarına yatkınlık, görme bozuklukları ve diğer sağlık problemleri bir arada görülür. Eşey organları tam gelişmediği için çoğu kısırdır.



Günümüzde Down sendromunu tedavi edebilecek tıbbi bir gelişme yoktur. Down sendromu, bir hastalıktan çok genetik bir farklılıktır. Öğrenme ve kavrama yeteneği kısıtlı Down sendromlu çocukların özel ilgiye ve eğitime ihtiyaçları vardır. Onların hayatını kolaylaştırmak, onları sosyal hayatın içine sokmak, kendi kendilerine yetebilecek duruma gelmelerini sağlamak için eğitim verilebilir. Eğitime ne kadar erken başlanırsa kendi başlarına hayatlarını sürdürebilecek zihinsel ve fiziksel gelişime ulaşabilme şansları o kadar yüksek olur. Sabır ve sevgi ile birçok zorluk aşılabilir.Toplumdaki tüm bireyler, bireysel farklılıklarına rağmen saygıyı ve yaşamın içinde olmayı hak etmektedirler. Bu yüzden bireysel farklılığı olan bireylerin yaşam standartlarının artması için toplumsal farkındalık oluşturulmalı, bireylere her konuda yardımcı olunmalıdır.

(Düzenlenmiştir.)

https://www.downturkiye.org/

2. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Anne ve babadaki özelliklerin oğul döllere aktarılmasına ..... denir.

2. Her durumda etkisini gösteren ve fenotipe yansıyan alellere ..... denir.

3. Bir karakterin oluşmasında zıt yönde etki gösteren alellerin birlikte bulunması ..... olarak tanımlanır.

4. Biri anneden diğeri babadan gelen, aynı karaktere etki eden alelleri bulunduran kromozomlara .. .. denir.

5. Mendel çaprazlamalarında; F_1 kuşağında etkisi gizli kalan çekinik alel, F_2 kuşağında etkisini 1/4 oranında gösterir. Bu durum, Mendel'in ..... ile açıklanır.

6. Eşeyin belirlenmesinde rol oynayan genleri taşıyan kromozomlara ..... denir.

B) Aşağıda I. sütunda numaralar ile verilen ifadeleri, II. sütundaki harf ile verilen ifadelerle eşleştiriniz. Eşleştirdiğiniz harfleri I. sütundaki parantezin içine yazınız.

7.

I	II
1. ( ) Bir karakter bakımından iki heterozigot bireyin çaprazlanması.	**a** Dihibrit çaprazlama
2. ( ) Genin nükleotit diziliminde meydana gelen değişimler.	**b** Genetik varyasyon
3. ( ) İki karakter bakımından heterozigot iki bireyin çaprazlanması.	**c** Hemofili
4. ( ) Kanın pıhtılaşması için gerekli olan proteinin eksikliğinde ortaya çıkan kalıtsal hastalık.	**ç** Mutasyon
5. ( ) Bir türe ait bireyler arasında görülen çeşitlilik.	**d** Monohibrit çaprazlama
	e Çok alellilik
	f Kısmi renk körlüğü

C) Aşağıda verilen kutucuklarda kalıtımla ilgili genel kavramlar bulunmaktadır. Size yöneltilen 8-16. soruları kutucuklardaki kavramları karşılayan harflerle cevaplayınız.

a **Kan grubu antijenleri**	b **Kan uyuşmazlığı (Rh uyuşmazlığı)**	c **Çok alellilik**
ç **Lokus**	d **Kontrol çaprazlaması**	e **Eşey kromozomu**
f **Rekombinant birey**	g **Eş baskınlık**	ğ **Bağlı gen**

8. Baskın fenotipli olan bireylerin genotipinin araştırılması çalışmalarına ne ad verilir?
(.....)

9. Heterozigot iki bireyin çaprazlanması sonucunda oluşan bireyler arasında üç farklı fenotipin görülmesi hangi olayla açıklanır?
(.....)

10. Tür içinde bir karakterin ikiden fazla alel tarafından kontrol edilmesine ne ad verilir?
(.....)

11. Genlerin kromozomlar üzerinde yerleştiği özgün bölgelere ne ad verilir?
(.....)

12. Aynı kromozom üzerinde bulunan genlere ne ad verilir?
(.....)

13. Cinsiyeti belirleyen genleri ve vücut metabolizmasına ait genleri de taşıyan kromozom çeşidine ne ad verilir?
(.....)

14. Kanda alyuvar zarı üzerinde bulunan ve kan grubu çeşitlerini belirleyen özel moleküllere ne ad verilir?
(.....)

15. Annenin kan grubunun Rh^-, babanın kan grubunun Rh^+ ve fetüs kan grubunun da Rh^+ olduğu durumlarda ortaya çıkan sağlık problemi nedir?
(.....)

16. Çaprazlama sonucunda ebeveynlerinden farklı fenotipe sahip yavrulara ne ad verilir?
(.....)

Ç) Aşağıdaki açık uçlu soruların cevabını boş bırakılan alana yazınız.

17. Yurtsever ailesinin ilk çocuğu kısmi renk körü kızdır. İkinci çocuğu sağlıklı erkek olduğuna göre kısmi renk körlüğü açısından anne ve babanın genotiplerini yazınız.

.....

.....

.....

18. İnsanda ABO kan grubu sisteminde üç çeşit alel (*A, B ve O*) bulunmasına rağmen dört çeşit fenotip ortaya çıkmaktadır. Bunun nedenini açıklayınız.

.....

.....

.....

19. Mutasyon nedir? Mutasyon oluşumuna neden olan etkenleri yazınız.

.....

.....

.....

20. Hemofilinin ve kısmi renk körlüğünün erkeklerde daha çok görülmesinin nedenlerini yazınız.

.....

.....

.....

21. Anne ve fetüs arasında gözlenebilen Rh uyuşmazlığının nedenini ve sonuçlarını açıklayınız.

.....

.....

.....

22. Sadece X kromozomunda taşınan çekinik özellikteki hastalıklara örnek veriniz.

.....

.....

.....

23. Kısa boylu, esmer anne ve babadan; uzun boylu ve sarışın kız çocuğu dünyaya gelmiştir. Doğabilecek ikinci çocuğun anne ve babası ile aynı fenotipte erkek olma olasılığını bulunuz (Kısa boy, uzun boya; esmerlik, sarışınlığa baskındır.)?

.....

.....

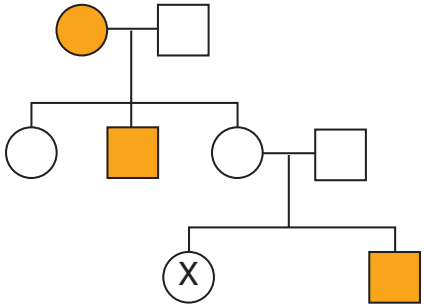
.....

24. Monohibrit ve dihibrit çaprazlamalarda ortaya çıkacak fenotip açılım oranlarını yazınız.

.....

.....

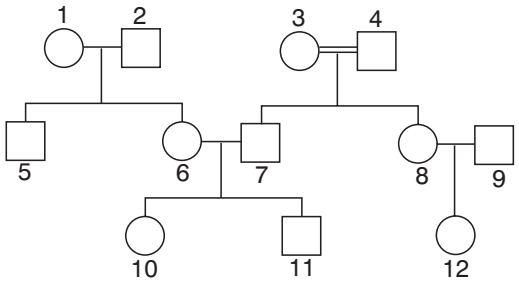
25. Aşağıda verilen soyağacında renkli bireyler, otozom kromozomlarla taşınan çekinik bir hastalığı fenotipinde göstermektedir. Buna göre X bireyinde bu hastalığın görülme olasılığı nedir?



.....

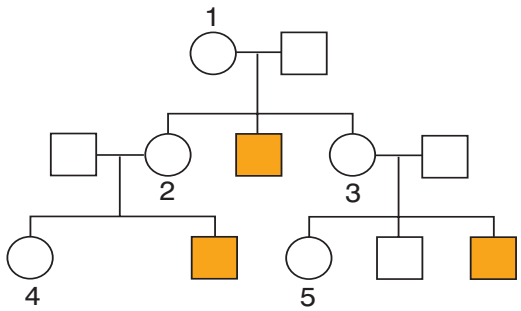
.....

26. Aşağıda verilen soyağacında numaralandırılmış bireylerle ilgili verilen eşleştirmelerden akrabalık ilişkisi olmayanları işaretleyiniz.



I. 1 - 2 II. 3 - 4 III. 3 - 6 IV. 1 - 10 V. 5 - 11 VI. 7 - 11

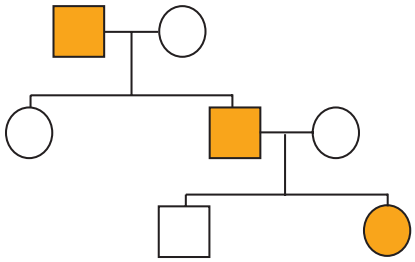
27. Aşağıda verilen soyağacında X kromozomu üzerinde çekinik genle taşınan hemofili hastalığının kalıtımı gösterilmektedir. Renkli gösterilen bireyler hemofili hastasıdır. Soyağacındaki numaralı dişi bireylerin hangilerinin genotipi kesin olarak belirlenemez?



.....

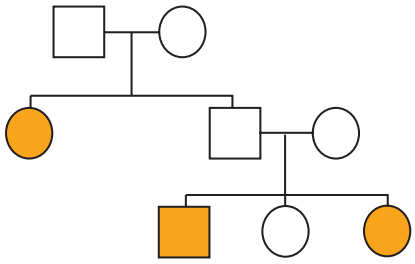
.....

28. İki farklı aileye ait soyağacında belirli bir özelliği fenotipinde gösteren bireyler, aşağıda renkli olarak verilmiştir. Soyağacında gösterilen bu özelliğin aktarımı ile ilgili doğru yanıtları aşağıdaki ifadelerin üstüne (aktarılır/aktarılamaz) işaretleyiniz.



I. X kromozomuna bağlı baskın olarak aktarılır/aktarılamaz.
II. X kromozomuna bağlı çekinik olarak aktarılır/aktarılamaz.
III. Otozomal baskın olarak aktarılır/aktarılamaz.
IV. Otozomal çekinik olarak aktarılır/aktarılamaz.
V. Y kromozomuna bağlı olarak aktarılır/aktarılamaz.

29. İki farklı aileye ait soyağacında belirli bir özelliği fenotipinde gösteren bireyler, renkli olarak verilmiştir. Soyağacında gösterilen bu özelliğin aktarımı ile ilgili doğru yanıtları aşağıdaki ifadelerin üstüne (aktarılır/aktarılamaz) işaretleyiniz.

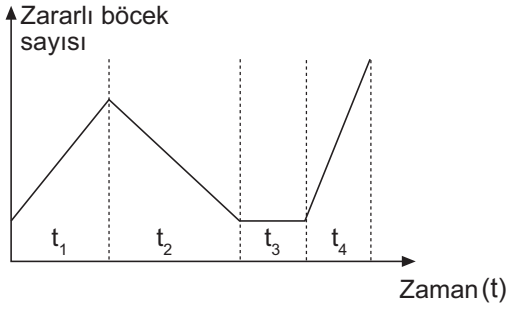


I. X kromozomuna bağlı baskın olarak aktarılır/aktarılamaz.
II. X kromozomuna bağlı çekinik olarak aktarılır/aktarılamaz.
III. Otozomal baskın olarak aktarılır/aktarılamaz.
IV. Otozomal çekinik olarak aktarılır/aktarılamaz.
V. Y kromozomuna bağlı olarak aktarılır/aktarılamaz.

30-32. soruları aşağıda verilen metne göre cevaplandırınız.

TARIM ZARARLILARI İLE YAPILAN KİMYASAL MÜCADELE YÖNTEMLERİ

Bir tarlada, t_1 zaman aralığında ürünlere zarar veren bir böcek türünün hızlı çoğaldığı tespit edilmiştir. Bu böcek türü ile zirai ilaçlama yapılarak mücadele başlatılmıştır. t_2 zaman aralığında yapılan ilaçlama uygulaması başarılı olmuş ve tarladan elde edilen ürün miktarı artmıştır. Ancak kullanılan ilaç tüm böcekler üzerinde aynı etkiyi göstermemiş, zararlı türdeki bazı böcekler ilaçtan etkilenmemiştir. t_4 zaman aralığında kullanılan ilaç miktarı artırılmasına rağmen hayatta kalan böcekler hızla sayılarını artırarak tarlayı istila etmeye başlamıştır. Böcekler, tarlada yetiştirilen bitkilere zirai ilaç kullanıldığı hâlde büyük zarar vermiştir.



30. t_2 zaman aralığında böcek sayısında azalma gözlenirken ilaçlamaya devam edilmesine rağmen t_4 zaman aralığında böcek sayısının tekrar artmasını nasıl açıklarsınız?

.....

.....

31. t_2 ve t_4 zaman aralıklarında böcek popülasyonlarındaki genetik çeşitliliği karşılaştırınız?

.....

.....

32. Genetik varyasyonlar ile ilgili

I. Değişen koşullarda türün neslini devam ettirme şansını artırır.
II. Mutasyon, mayoz, döllenme gibi olaylar sonucu ortaya çıkmış olabilir.
III. Her zaman popülasyondaki birey sayısını azaltır.

verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

33-36. soruları aşağıda verilen metne göre cevaplandırınız.

TAY SACHS HASTALIĞI

İnsanda Tay Sachs hastalığı [Tey saks (TSD)], kusurlu bir genden dolayı hekzosaminidaz enziminin vücutta sentezlenememesi sonucu ortaya çıkar. Bu enzim, beyin hücrelerindeki lipitlerin yıkımını ve yenilenmesini sağlar. Bu enzim olmayınca beyinde sinir hücrelerindeki kimyasallar birikerek beyin hücrelerine zarar verir. TSD, otozomal ve çekinik kalıtım gösterir. Hastalığın ortaya çıkması için çocuğun çekinik geni, hem anneden hem de babadan alması gerekir. Sadece annesinden ya da sadece babasından kusurlu geni alan çocuk, taşıyıcı olur.

33. TSD'li bireyin genotipi aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) *AA*
B) *Aa*
C) *aa*
D) *A*
E) *a*

34. TSD hastalığının nedenini açıklayınız.

.....

.....

35. *AA* bireyi gibi *Aa* bireyinin de sağlıklı olmasının nedenini açıklayınız.

.....

.....

36. İnsanda görülen Tay Sachs hastalığı ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) Akraba evlilikleri hastalık riskini artırır.
B) Hasta çocuğun kardeşleri, cinsiyet farkı olmaksızın 1/4 olasılıkla hasta ve 3/4 olasılıkla sağlam olurlar.
C) Hasta çocuğun anne ve babası mutlaka hastadır.
D) Hastalığı fenotipinde gösteren kadın, homozigot sağlıklı bir erkekle evlenirse çocuklarının hepsi normal fakat taşıyıcı olur.
E) Hastalığı fenotipinde gösteren kadın, taşıyıcı bir erkekle evlenirse çocukların yarısı hasta olur.

D) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

37. ***AABbcc*** **genotipindeki dişi ile** ***AaBbCc*** **genotipindeki erkek bireyin çaprazlanması sonucu bu ailenin** ***Abc*** **fenotipinde bir yavru oluşturma ihtimali kaçtır?** (Genler bağımsızdır.)

A) 1 B) 1/2 C) 1/4 D) 1/8 E) 1/16

38.

I. Mayoz bölünme sırasında gerçekleşen parça değişimi
II. Homolog kromozomların rastgele ve bağımsız kutuplara çekilmesi
III. Bir genin diziliminde meydana gelen ani değişmeler

Yukarıda verilen olaylardan hangileri genetik varyasyonlara neden olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

39. Bezelyelerin

I. Yetiştirmenin kolay olması
II. Bir mevsimde birkaç döl alınabilmesi
III. Dışarıdan polen almaya uygun çiçek yapısının olmaması

verilen özelliklerinden hangilerine sahip olması, Mendel'in çalışmalarında başarılı olmasını sağlamıştır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

40. ***AaKkDdEeX^{R}X^{r}*** **genotipli bireyde AKD genleri bağlı olup diğerleri bağımsızdır. Bu birey bu karakterler açısından kaç çeşit gamet oluşturabilir?** (Krossing over gerçekleşmemiştir.)

A) 2 B) 4 C) 8 D) 16 E) 32

41. Genetikle ilgili

I. Krossing over
II. Tam baskınlık
III. Eş baskınlık
IV. Bağımsız dağılım

kavramlarından hangileri Mendel'in ilkelerinde <u>yer almaz</u>?

A) Yalnız I B) I ve III C) II ve III D) II ve IV E) I, II, III ve IV

42. Emir'in kan grubu *O* Rh^+tir. Emir, biyoloji öğretmeninin istediği performans ödevini tamamlayarak ailesindeki bireylerin kan gruplarını tespit etmiştir. Buna göre

I. Kız kardeşim *A* Rh^- kan grubundandır.
II. Erkek kardeşim *AB* Rh^+ kan grubundandır.
III. Annem *AB* Rh^+, babam *B* Rh^+ kan grubundandır.

Emir'in ulaştığı sonuçlardan hangileri doğru değildir?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

43. İnsanda X kromozomu üzerinde çekinik bir alelle taşınan özellikle ilgili

I. Erkek bireylerde çekinik gen etkisini tek başına gösterebilir.
II. Sadece dişi bireylerde görülür.
III. Kız çocukları çekinik geni hem anneden hem babadan alır.
IV. Dişi bireylerde görülme olasılığı daha düşüktür.

ifadelerden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) II ve III C) II ve IV D) I, II ve III E) I, III ve IV

44. Heterozigot genotipe sahip mor çiçekli ve uzun gövdeli iki bezelye bitkisi çaprazlandığında hem mor çiçekli ve uzun gövdeli hem de mor çiçekli ve kısa gövdeli bitkilerin oluşması

I. Baskınlık ilkesi
II. Bağımsız açılım ilkesi
III. Benzerlik ilkesi

yukarıda verilen Mendel ilkelerinden hangileri ile açıklanabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) II ve III

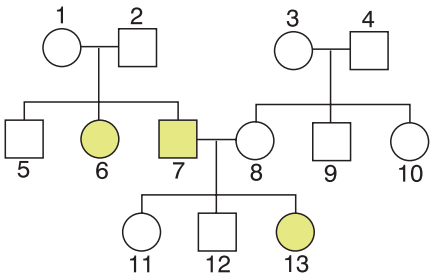
45. Akraba evliliklerinde

I. Kas distrofisi
II. Kısmi renk körlüğü
III. Hemofili
IV. Kan uyuşmazlığı

hastalıklardan hangileri daha sık görülmektedir?

A) I ve II B) II ve III C) II ve IV D) I, II ve III E) II, III ve IV

46. Verilen soyağacında 6, 7 ve 13 numaralı bireylerin kısmi renk körü olduğu bilinmektedir (Kısmi renk körlüğü, X kromozomu üzerinde çekinik olarak taşınır.).



Buna göre aşağıda verilenlerden hangisinin doğruluğu kesin değildir?

A) 2 numaralı birey kısmi renk körüdür.
B) 5 numaralı birey kısmi renk körüdür.
C) 7 numaralı birey hastalık genini sadece 1 numaralı bireyden almıştır.
D) 8 numaralı birey kısmi renk körlüğü geni bulundurur.
E) 13 numaralı birey kısmi renk körlüğü genini, hem 7 hem de 8 numaralı bireyden almıştır.

47. Baskın özellikte olan sarı-düzgün tohumlu bezelyelerin her iki karakter açısından genotipini tek seferde tespit etmek için

I. Sarı, düzgün
II. Sarı, buruşuk
III. Yeşil, düzgün
IV. Yeşil, buruşuk

fenotipli bezelyelerden hangileriyle çaprazlanması gerekir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) Yalnız IV D) I ve II E) III ve IV

48. Anneannesi kısmi renk körü olan Elif'in dedesi sağlıklıdır. Elif'in de sağlıklı olduğu bilindiğine göre

I. Annesi taşıyıcıdır.
II. Babası kısmi renk körüdür.
III. Doğacak erkek kardeşi sağlıklı olur.

ifadelerinden hangilerinin doğruluğu kesindir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

49. Aşağıda verilen genotipe sahip bireylerden hangisinin oluşturacağı gamet çeşit sayısı en fazladır?

A) aabbCcDD
B) Aabbccdd
C) AaBBCCDd
D) AaBbCCDd
E) AA BB CcDD

50. Canlılarda bulunan karakterler ile ilgili

I. Bazı karakterlerin oluşumu sadece genler tarafından kontrol edilir.
II. Bir insanda dış görünüşe yansıyan bazı karakterler çekinik alelle kontrol edilebilir.
III. Bazı karakterler, gen ve çevrenin ortak etkileşimi sonucu oluşur.

açıklamalarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I
B) I ve II
C) I ve III
D) II ve III
E) I, II ve III

51. Bir canlıda oluşabilecek gamet çeşidini

I. Heterozigot karakter sayısı
II. Krossing over olayınının gerçekleşmesi
III. Homozigot karakterlerin bulunması

verilenlerden hangileri artırıcı yönde etkiler?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ve II
D) II ve III
E) I, II ve III

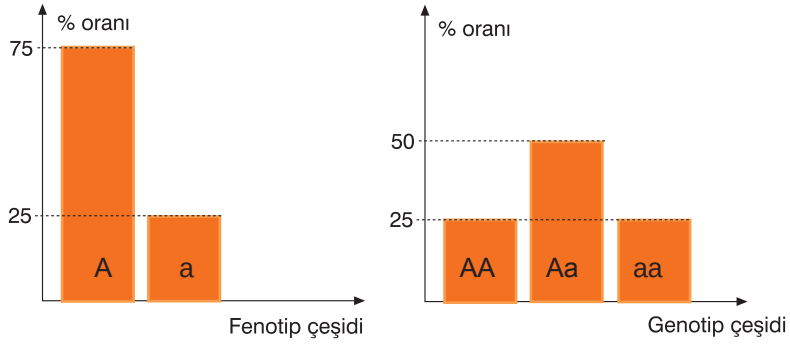
52. İnsanlarda kan grubunu belirleyen genlerin kalıtımı ile ilgili

I. A antijeninin sentezinden sorumlu alel (A) ile B antijeninin sentezinden sorumlu alel (B) eş baskındır.
II. O aleli üç farklı kan grubunun genotipinde bulunur.
III. Kan gruplarında homozigot genotip sayısı heterozigot genotip sayısından fazladır.
IV. A aleli bulunduran kan grubu genotip sayısı, B aleli bulunduran kan grubu genotip sayısına eşittir.

verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

A) I ve II
B) I, II ve III
C) I, II ve IV
D) III ve IV
E) II, III ve IV

53.



Tek karakter yönünden iki bireyin çaprazlanmasına bağlı olarak meydana gelen fenotip ve genotip çeşidi oranları grafikte verilmiştir. Buna göre çaprazlanan bu canlılar ile ilgili

I. Dişi birey bu karakter bakımından homozigot çekinik, erkek birey ise heterozigottur.
II. Her iki bireyin de genotipi heterozigottur.
III. Erkek birey homozigot baskın, dişi birey ise heterozigottur.

yukarıda verilen ifadelerden hangileri <u>doğru değildir</u>?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

54. Kontrol çaprazlaması ile ilgili olarak

I. Baskın fenotipli bireyin genotipinin belirlenmesi amacıyla yapılır.
II. Oluşan nesilde çekinik özellikte yavruların bulunması, kontrol çaprazlaması yapılan bireyin heterozigot olduğunu gösterir.
III. Baskın fenotipli birey aynı karakter açısından çekinik fenotipli bireyle çaprazlanır.

yukarıda verilenlerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

55. İnsanlarda ABO kan grubu sistemi ile ilgili olarak

I. Otozomal olarak aktarılır.
II. Çok alellilik ve eş baskınlık görülür.
III. Genotip çeşidi, fenotip çeşidine eşittir.

yukarıda verilenlerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

56. Eşeyli üremenin görüldüğü bir popülasyonda kan grubu karakteri için üç farklı alel bulunduğuna göre (*A*, *B* ve *O*) popülasyonda bu genlerin oluşturacağı kaç farklı genotip ve fenotip çeşidi vardır?
(*A* geni, *O* genine; *B* geni, *O* genine baskındır. A ve B genleri eş baskındır.)

A) 6 -4 B) 4 - 2 C) 10 - 4 D) 6 - 5 E) 3 - 6

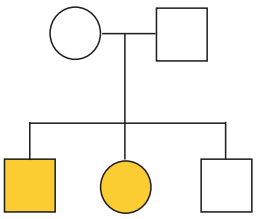
57. İnsanlarda üç farklı özellikle ilgili fenotipler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Özellik	Baskın fenotipli	Çekinik fenotipli
Saç rengi	Siyah (*S*)	Sarı (*s*)
Dil yuvarlama	Dil yuvarlayabilme (*D*)	Dil yuvarlayamama (*d*)
Göz rengi	Kahverengi (*K*)	Mavi (*k*)

Buna göre siyah saçlı, dil yuvarlayamayan ve mavi gözlü bir birey aşağıdaki verilen genotiplerden hangisine sahip olabilir?

A) *SSDdkk*
B) *SsddKK*
C) *Ssddkk*
D) *ssddkk*
E) *SSddKk*

58. Aşağıda verilen soyağacında kısmi renk körülüğünü fenotipinde gösteren bireyler renkli olarak verilmiştir.



Bu ailedeki anne ve babanın genotipi nedir?

A) Annenin genotipi XRXr babanın genotipi XrY'dir.
B) Annenin genotipi XRXr babanın genotipi XRY'dir.
C) Annenin genotipi XrXr babanın genotipi XrY'dir.
D) Annenin genotipi XrXr babanın genotipi XRY'dir.
E) Annenin genotipi XRXR babanın genotipi XrY'dir.

59. Otozomal baskın özellikteki bir gen ile ortaya çıkan kalıtsal hastalık ile ilgili

I. Sağlıklı fenotipe sahip anne ile baba
II. Heterozigot genotipli baba ile homozigot baskın genotipli anne
III. Sağlıklı fenotipe sahip baba ile heterozigot genotipli anne

yukarıdaki özelliklerden hangilerine sahip ailenin çocuklarında bu hastalığın ortaya çıkma ihtimali <u>yoktur</u>?

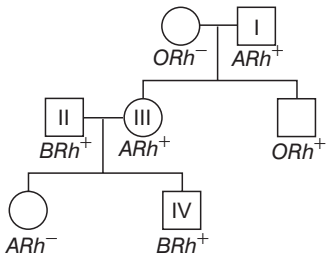
A) Yalnız I
B) I ve II
C) I ve III
D) II ve III
E) I, II ve III

60. *B* Rh^- kan grubuna sahip bir kadın ile *A* Rh^+ kan grubuna sahip bir erkeğin ilk çocukları *O* Rh^- kan gruplu olmuştur.

Bu ailenin doğacak ikinci çocuklarının *AB* kan grubuna sahip olma ve kan uyuşmazlığı görülme olasılığı nedir?

A) 1/2
B) 1/4
C) 1/8
D) 1/16
E) 1/32

61. Aşağıdaki soyağacında bir ailenin kan grubu bakımından fenotipleri gösterilmiştir.



Numaralandırılmış bireylerden hangilerinin genotipinde *O* geni ve Rh^- geni (*r*) <u>kesinlikle</u> vardır?

A) Yalnız I
B) II ve III
C) III ve IV
D) I, II ve III
E) I, II, III ve IV

62. Canlılarda bulunan kromozomlar ve kromozomlar üzerinde bulunan genler ile ilgili

I. Aynı kromozom üzerinde bulunan genler bağlı, farklı kromozom üzerinde bulunan genler ise bağımsız genlerdir.
II. Vücut hücrelerinde iki tane, eşey hücrelerinde ise bir tane eşey kromozomu (gonozom) bulunur.
III. Diploit hücrelerde bulunan gonozom çeşidi, bazı bireylerde tek çeşit olabilirken bazılarında iki çeşit olabilir.
IV. Diploit hücreli canlıların vücut hücrelerindeki otozom sayısı, eşey hücrelerindekinin iki katıdır.

verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

A) II ve IV
B) III ve IV
C) I, II ve III
D) II, III ve IV
E) I, II, III ve IV

63. İnsanlarda X kromozomu üzerinde taşınan çekinik bir alel ile ortaya çıkan kalıtsal bir özellikle ilgili olarak

I. Bu aleli tek başına bulunduran erkek birey, fenotipinde bu özelliği her zaman gösterir.
II. Bu aleli tek başına bulunduran dişi birey, fenotipinde bu özelliği her zaman gösterir.
III. Bu özelliğin erkeklerde ortaya çıkma olasılığı dişilere göre daha yüksektir.

verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I
B) Yalnız III
C) I ve III
D) II ve III
E) I, II ve III

64. Bir kız çocuğunun fenotipinde görülen bir özellik ebeveynlerinin fenotipinde görülmüyorsa bu özelliğin ortaya çıkmasını sağlayan alel için

I. Otozom kromozomlarda taşınan çekiniktir.
II. Otozom kromozomlarda taşınan baskındır.
III. X kromozomunda taşınan çekiniktir.

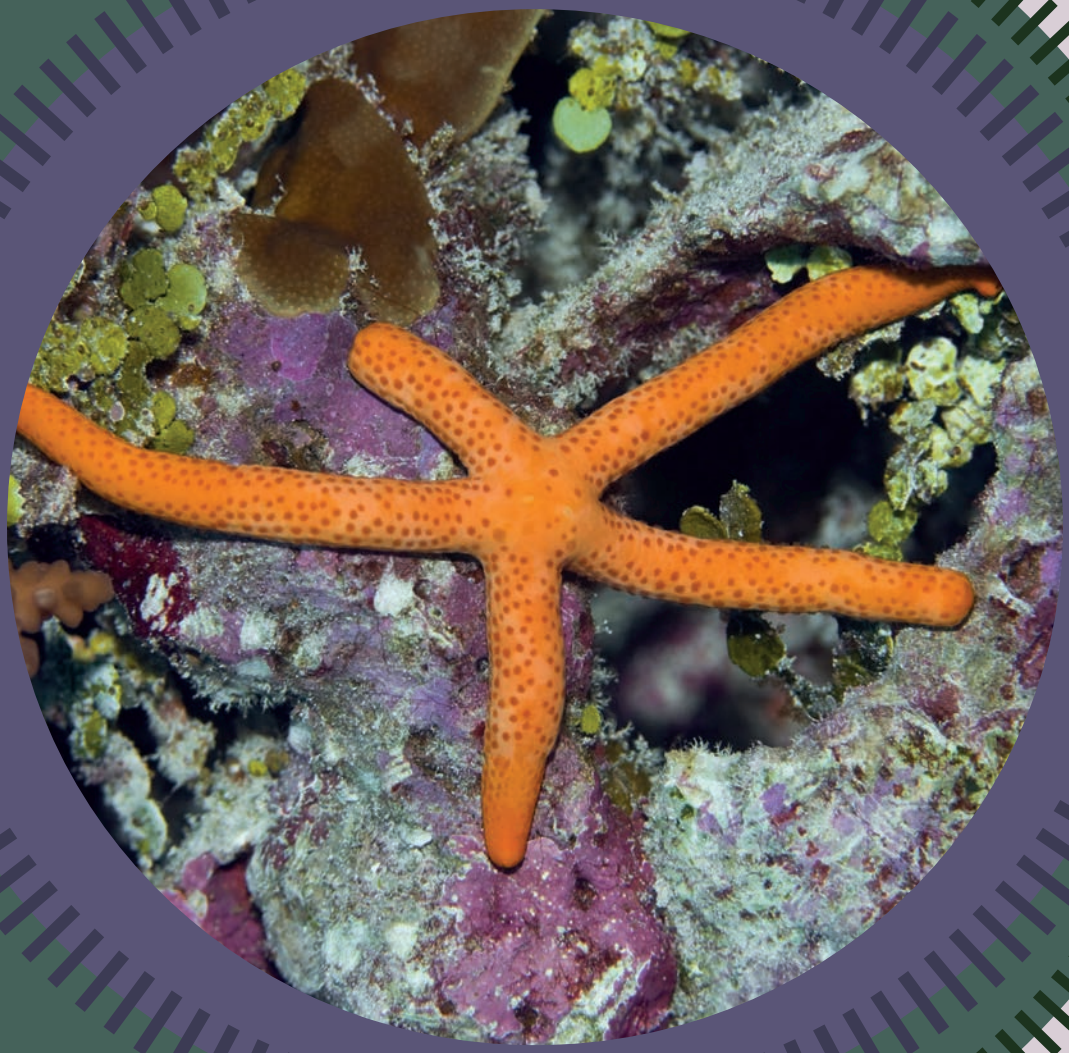
verilen ifadelerden hangileri doğrudur?
A) Yalnız I
B) Yalnız III
C) I ve III
D) II ve III
E) I, II ve III

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı, cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları veya faaliyetleri geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

3. ÜNİTE

EKOSİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI



3.1. EKOSİSTEM EKOLOJİSİ

3.2. GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI VE İNSAN

3.3. DOĞAL KAYNAKLAR VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Ekosistem ekolojisini, güncel çevre sorunlarını, ekosistemin canlı ve cansız bileşenlerini, canlılardaki beslenme şekillerini, ekosistemde madde ve enerji akışını, madde döngüleri ve hayatın sürdürülebilirliği arasındaki ilişkiyi, çevre sorunlarının ortaya çıkmasında insanların rolünü, doğal kaynakların ve biyolojik çeşitliliğin korunmasını, doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin önemini, biyolojik çeşitliliğin yaşam için önemini ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik çözüm önerilerini öğreneceksiniz.

1. BÖLÜM

EKOSİSTEM EKOLOJİSİ

ANAHTAR KAVRAMLAR

Ayrıştırıcı
Besin ağı
Besin piramidi
Besin zinciri
Biyolojik birikim
Ekosistem
Enerji piramidi
Heterotrof
Holozoik
Madde döngüsü
Ototrof

HAZIRLIK SORULARI

1. İnsanlarla aynı beslenme şekline sahip başka canlılar var mıdır?

2. Su miktarı ve sıcaklık, yeryüzünde canlıların yayılışını nasıl etkiler?

3. Son yıllarda çevre sorunlarının hızla artmasında insanların ne gibi etkileri olabilir ?

3.1. EKOSİSTEM EKOLOJİSİ

Karekod 3.1
Ekoloji

Dünyamız, tüm canlıları barındıran bir yaşam alanıdır (Görsel 3.1). Bu yaşam alanı olan okyanuslar, akarsular, göller, tropikal ormanlar ve çöller canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürdükleri ve üreyebildikleri yerlerdir. Canlılar ile yaşadıkları çevre arasında karşılıklı bir etkileşim ve denge vardır.

Hızla artan insan nüfusu ve sanayileşme, beraberinde çevre sorunlarını da getirmektedir. İklim şartlarının değişmesi; tatlısu kaynaklarının azalması; hava, su ve toprak kirliliğinin artması o bölgelerde yaşayan canlıları olumsuz etkilemektedir.

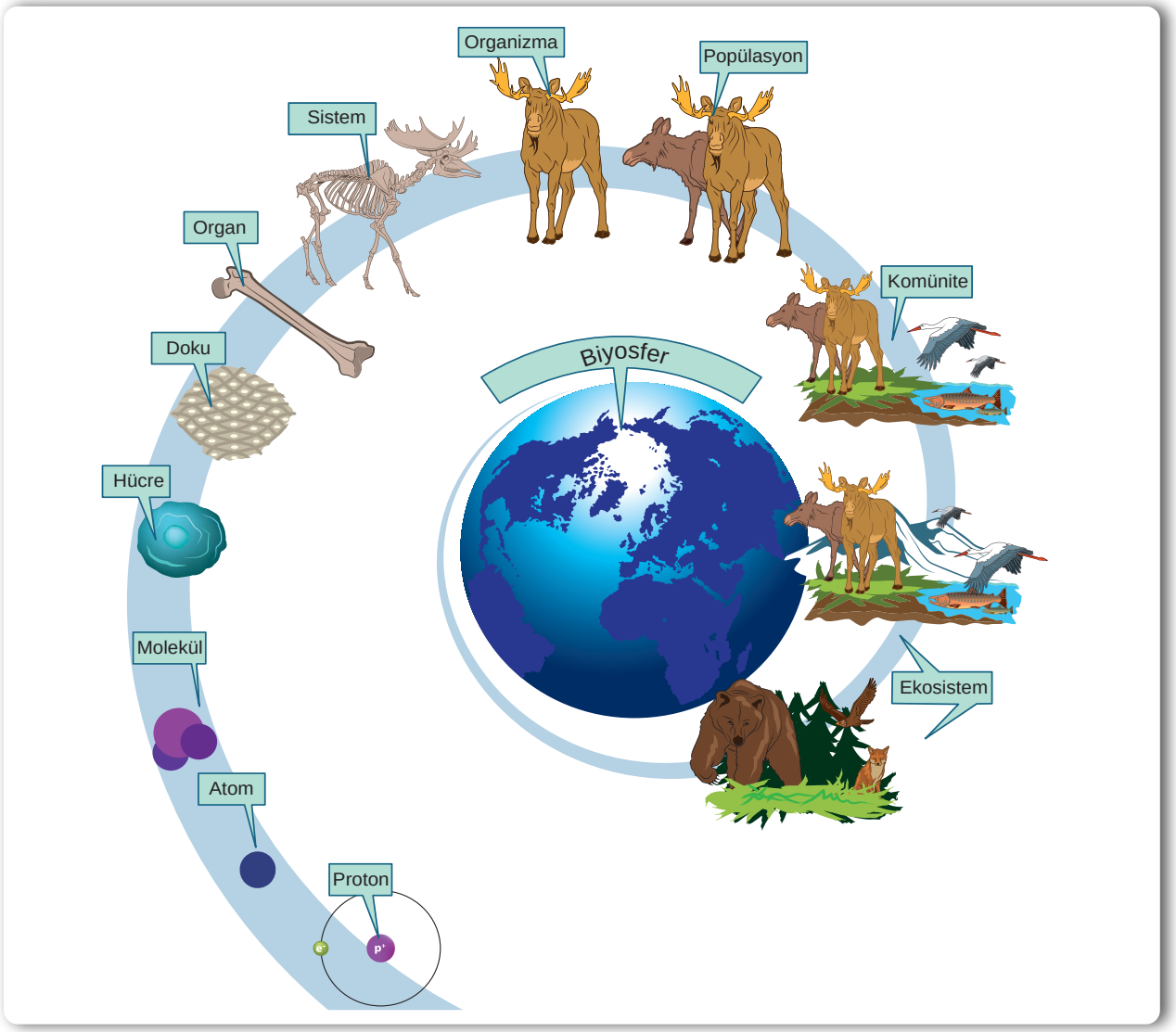
Canlıları ve canlıların yaşam alanlarını tanıyabilmek, küresel boyutta görülen sorunlara çözüm bulabilmek için ekolojik kavramları ve mekanizmaları iyi bilmek gerekir.

Ekoloji terimi ilk kez 1886 yılında Ernst Haeckel (Örnst Hikıl) tarafından kullanılmasına rağmen insanların doğaya verdikleri zararların anlaşılması ve bu bilincin oluşması ancak 1950'li yıllardan sonra olmuştur.

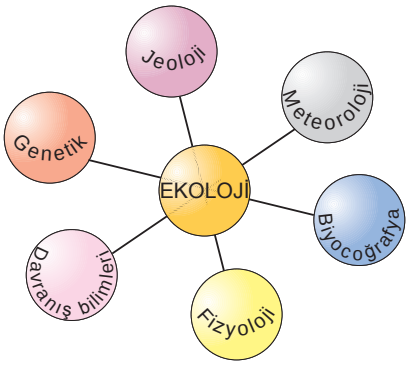
Görsel 3.1: Dünya'mız

Ekolojinin iyi anlaşılabilmesi, canlıların meydana getirdiği organizasyon derecesinin gözden geçirilmesi ile mümkün olur. Canlıların organizasyon derecesine göre sıralanması sonucunda biyolojik spektrum ortaya çıkar.

Bu spektrum; hücreler → dokular → organlar → organ sistemleri → organizmalar → popülasyonlar → komüniteler → ekosistemler → biyosfer şeklinde sıralanır. Ekoloji, bu organizasyonda organizmalar ve daha üst basamaklarla ilgilenir (Görsel 3.2).



Görsel 3.2: Biyolojik spektrum



Görsel 3.3: Ekolojiyle ilişkili bazı bilim dalları

Ekoloji, canlıların birbirleri ve çevreleriyle olan ilişkisini inceleyen bilim dalıdır. Ekoloji; organizma ekolojisi, popülasyon ekolojisi, komünite ekolojisi, ekosistem ekolojisi ve dünya ekolojisi şeklinde genişleyen kapsamlı bir bilimdir. Genetik, biyokimya, davranış bilimleri, fizyoloji, biyocoğrafya, meteoroloji, jeoloji gibi bilim dallarıyla ekoloji bilimi etkileşim hâlindedir (Görsel 3.3).

Canlıların yaşam süreleri içinde etkinliklerini sürdürdükleri canlı (biyotik) ve cansız (abiyotik) bileşenlerden oluşan faktörlerin tümüne **çevre** denir. Çevre, bir canlı topluluğunun yaşamsal faaliyetlerini doğrudan etkileyen fiziksel, kimyasal ve biyolojik bileşenlerin tümüdür. Canlı gruplarının üzerinde ya da içinde yaşadıkları kara, su ve hava gibi ortamlar cansız çevreyi oluşturur. Bir canlı grubunun aynı alanı paylaştığı farklı canlılar olabilir. Bu canlıların yaşama koşulları üzerinde etkili olan diğer canlılar ise canlı çevreyi meydana getirir.

3.1.1. EKOSİSTEMİN CANLI VE CANSIZ BİLEŞENLERİ

Ekosistem, birbirleriyle etkileşim hâlinde bulunan belirli bir bölgedeki canlı ve cansız etmenlerin tümüdür. Her ekosistem canlı ve cansız bileşenlerden meydana gelir. Ekosistemde enerji akışının sağlıklı olması; besin zincirlerindeki canlı çeşitliliğinin sürekliliğine, madde döngülerinin yenilenmesine, canlı ve cansız bileşenlerin birbiriyle uyum içinde olmasına bağlıdır. Ekosistemde bu uyumun sürekli olması, doğal kaynakların yenilenmesine olanak sağlar. Ancak doğal ya da yapay yollarla uyumun bozulması, ekosistemde olumsuzluklara yol açar. Bu olumsuzluklar canlı çeşitliliğinin azalmasına sebep olur.

Cansız Bileşenler (Abiyotik Bileşenler)

İklim, sıcaklık, ışık, su, toprak ve mineraller cansız (abiyotik) bileşenleri oluşturur. Ortamın pH'ı da canlıları etkileyen bir faktördür (Tablo 3.1). Canlıların yaşam ortamındaki iklim, ışık, sıcaklık, su toprak yapısı gibi cansız bileşenler canlıların dağılımını etkiler. Canlıları etkileyen cansız bileşenler genel anlamda aşağıdaki başlıklar altında incelenebilir.

Tablo 3.1 : Ekosistemin Canlı ve Cansız Bileşenleri

Cansız bileşenler	Canlı bileşenler
Işık	Üreticiler
Sıcaklık	
İklim	Tüketiciler
Toprak ve mineraller	Hem üretici hem tüketiciler
Su	

İklim: Herhangi bir bölgede uzun yıllar gözlenen hava olaylarının ortalamasına **iklim** denir. Enlem, denizden uzaklık, deniz seviyesinden yükseklik, yer şekilleri iklimin oluşmasında etkilidir. Dünyanın hemen her bölgesinin kendine özgü bir iklimi vardır. Ekosistemde geniş alanlarda görülen iklime **makroklima**, küçük alanlarda görülen farklı iklim türlerine ise **mikroklima** denir. Ayrıca iklimin oluşması; ekosistemlerdeki ışık ve nem miktarına, mevsimlere, sıcaklığa, rüzgâra, basınca, volkanik aktivitelere de bağlıdır. Bunlardaki değişiklik, zamanla iklimde de değişikliklere yol açar. İklim şartları; canlıların yeryüzüne yayılışını, üreme hızlarını, büyüme ve gelişmelerini, aktivitelerini belirler. Örneğin sıcaklığın yüksek olduğu kurak iklim koşullarında buharlaşma çok olduğu için türlerin yayılışı sınırlanır. Sadece yüksek sıcaklık ve susuzluğa dayanıklı olan türler, bu iklim kuşağında yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilir.

Karekod 3.2
Cansız bileşenler

Ülkemiz, bulunduğu coğrafik konuma bağlı olarak farklı iklim kuşaklarının etkisi altındadır. Karasal iklim, Karadeniz ve Akdeniz iklimi gibi üç farklı iklim çeşidi canlıların dağılışında etkilidir. Portakal, limon, turunç, mandalina gibi turunçgiller; muz, pamuk, keçiboynuzu gibi bitkiler Akdeniz ikliminin hâkim olduğu Akdeniz bölgesinde yetişir (Görsel 3.4, 3.5).

Görsel 3.4: Mandalina

Görsel 3.5: Keçiboynuzu

Görsel 3.6: Yarasa

Görsel 3.7: Serçe

Işık: Dünyanın enerji kaynağı Güneş'tir. Ototrof canlılar fotosentezle Güneş enerjisini kimyasal bağ enerjisine dönüştürür. Bu enerji organik bileşiklerin yapısındaki atomlar arası bağlarda kimyasal bağ enerjisi şeklinde depo edilir. Güneş ışığının dalga boyu ve şiddeti fotosentezin hızını etkiler. Gün ışığının süresi, aynı zamanda bitkilerde çiçeklenmeyi de etkiler. Örneğin çiğdem, ilkbaharda; kasımpatı, sonbaharda çiçek açar.

Güneş ışığının şiddeti, miktarı ve süresi bitkilerin uygun coğrafik alanlara yayılmasında etkilidir. Işık, hayvanların davranışı ve hareketi üzerinde de etkilidir. Bazı hayvanlar gündüz, bazıları ise gece aktiftir. Yarasa (Görsel 3.6), baykuş, köstebek, kirpi gibi hayvanlar gece; arı, çekirge, serçe (Görsel 3.7), kertenkele gibi hayvanlar gündüz aktiftir. Güneş ışığı; hayvanlarda üreme, göç etme, renk değiştirme gibi davranış değişikliklerine de yol açar. Hayvanlar genellikle ilkbahar döneminde ürer. Sucul ekosistemlerde Güneş ışığı ancak belirli derinliklere kadar ulaşabildiği için tür çeşitliliği ve sayısı sınırlıdır.

Sıcaklık: Canlıların yapısında bulunan ve kimyasal tepkimeleri hızlandıran enzimler, sıcaklık değişimlerinden etkilenir. Canlı sistemlerde enzimler olmadan hiçbir biyokimyasal tepkime gerçekleşmez. Bu nedenle enzimlerin çalışması için sıcaklığın belirli değerlerde olması gerekir. Sıcaklığın çok yüksek ya da çok düşük olması, enzimlerin çalışmasını olumsuz etkiler. Bu durum canlı türlerinin çeşitliliğini azaltır. Bitkilerin çimlenme ve çiçeklenme dönemleri sıcaklığa bağlı olarak değişiklik gösterir.

Hayvanlar büyüme, gelişme, üreme ve metabolik faaliyetleri sürdürebilmek için sıcaklığın uygun olduğu ortamlara ihtiyaç duyar. Yüksek sıcaklığın ve kuraklığın olduğu bölgelerde hayvanların su kaybı artar, metabolizmaları bu durumdan olumsuz etkilenir.

ARAŞTIRINIZ

Ekvatordan kutuplara doğru sıcaklığın bitki dağılışı üzerindeki etkileri nelerdir?

Sıcaklık artışı bazı hayvanlarda metabolizma hızını artır. Düşük sıcaklığın olduğu ortamlarda hayvanların vücut sıcaklıklarının korunması ve besin bulmaları zorlaşır. Bu durumlar hayvanların yayılışlarını sınırlandırır. Sıcaklık değişimlerine bağlı olarak hayvanlar, değişik adaptasyonlar sergiler. Örneğin çöl ile kutup tilkisi farklı vücut yapısına sahiptir. Kulak, kuyruk gibi vücut çıkıntılarının büyüklükleri ve kürk renkleri farklılık gösterir (Görsel 3.8, 3.9).

Görsel 3.8: Çöl tilkisi

Görsel 3.9: Kutup tilkisi

Vücut sıcaklığı çevreye bağlı olarak değişen hayvanlar için bulundukları ortamın sıcaklığı hayati önem taşır. Hayvan davranışlarının ortaya çıkmasında da sıcaklık değişimleri önemli bir yere sahiptir. Kuşların uygun sıcaklığın olduğu bölgelere göç etmesi (Görsel 3.10), farklı hayvan türlerinde sıcaklık değerlerine bağlı olarak üreme döneminin değişmesi, bazı canlıların kış uykusuna yatmaları, yuva yapmaları ve yuvalarında besin biriktirmeleri sıcaklığın etkilerine örnek verilebilir.

Görsel 3.10: Göçmen kuşlar

Bitkiler de yaşadıkları ortam şartlarına göre değişik adaptasyonlar geliştirir. Çölde yaşayan kaktüs gibi bitkilerin su depolamaları, iğne şeklinde olan yapraklara ve gelişmiş kök yapısına sahip olmaları bu duruma örnek verilebilir.

Su: Canlı yaşamının devamlılığı için suya gereksinim vardır. Bir bölgedeki suyun miktarı, o bölgedeki bitki örtüsünü ve canlıların yayılışlarını etkiler. Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemiz sulak alan çeşitliliği bakımından dünyanın zengin ülkelerinden biridir. Sulak alanlardan olan akarsular ve göllerdeki yaşam üzerinde ışıkla birlikte sıcaklık da etkilidir (Görsel 3.11, 3.12).

Görsel 3.11: Artvin-Şavşat / Karagöl

Görsel 3.12: Konya / Meke Gölü

Bitkiler ve hayvanlar yaşadıkları çevredeki su miktarına bağlı olarak çeşitli adaptasyonlar geliştirir. Kurak bölgede yaşayan bitkiler; su kaybına daha dayanıklıdır, geniş ve derinlere inen kök sistemine sahiptir. Bu bitkiler yaprak yüzeyinde su kaybını azaltan kalın bir mumsu tabaka bulundurur. Bol yağışlı ve nemli bölgede yaşayan bitkiler ise geniş ve parçalı yapraklara sahiptir, yaprak yüzeyinde ince bir mumsu tabaka bulunur. Bu bitkilerin kök sistemleri toprağın yüzeyindedir. Çölde yaşayan develer, hörgüçlerinde yağ depolayarak enerji ve su ihtiyaçlarını karşılar.

Toprak ve Mineraller: Toprak, bazı hayvan ve mikroorganizmalar için yaşam alanıdır. Toprak, bitkilerin kökleriyle tutundukları su ve mineral ihtiyaçlarını karşıladıkları yaşam ortamıdır. Bu nedenle toprağın içerdiği mineral miktarı, hava ve su tutma kapasitesi gibi fiziksel özellikler bitki türlerinin dağılımını etkiler. Toprakta bulunan organik maddeler; mikroorganizmalar, ölü bitki ve hayvanlar ile canlı atıklarından oluşur. Organik atıklar parçalanınca humus meydana gelir. Böylece toprağın verimi artar. Ülkemiz toprak çeşitliliği yönünden çok zengindir. Toprak çeşitliliğinin fazla olması biyolojik çeşitliliği artırır. Ülkemizde Hasan Dağı (lav akıntısı), Nevşehir (volkan tüfleri), Nemrut Krater Gölü (Görsel 3.13) gibi farklı toprak yapısına sahip yerler bulunur.

Görsel 3.13: Nemrut Krater Gölü

BİLGİ KUTUSU

Ortanca bitkileri, topraktaki pH seviyesine göre renk değiştirir. Asidik ortamdakiler pembe, bazik ortamdakiler mavi, nötr ortamdakiler mor renk çiçek açar. Toprağın pH seviyesi 5,5'in altında olursa beyaz renkli çiçek açar. Ayrıca topraktaki alüminyum ve demir miktarı da çiçeğin renginin belirlenmesinde etkilidir.

pH: Enzimlerin çalışabildikleri uygun pH değerleri vardır. Canlıların enzim aktiviteleri belli bir pH aralığında gerçekleşir. Dolayısıyla canlıların bulundukları ortamın pH değeri, yaşamsal faaliyetlerin sürmesi açısından önemlidir. Denizlerin pH'ı ortalama 7,5-8,4'tür. Büyük alanları kapladığından genellikle pek değişmez. Ancak tatlısu ve toprak pH'ı, çevre koşullarının etkisiyle değişebilir. Kimyasal atıklar, tarım ilaçları, çöpler, kanalizasyon atıkları, asit yağmurları pH değerinin bozulmasına yol açan sebeplerdir. Ortamın pH'ı canlıların metabolik faaliyetlerini etkiler. pH, toprak ve suda yaşayan canlılarla bu canlıların beslenme şekillerini de etkiler.

Canlı Bileşenler (Biyotik Bileşenler)

Bir ekosistemde birbirlerini doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyen organizmaların tamamına **canlı bileşenler** adı verilir. Ekosistemlerde bulunan ve birbirleriyle doğrudan ya da dolaylı etkileşim içinde olan canlılar; üreticiler, tüketiciler ve ayrıştırıcılar olmak üzere üç grupta incelenir. Ekosistemin devamlılığı, bu canlılar arasındaki ilişkinin devamlılığına bağlıdır.

Karekod 3.3
Canlı bileşenler

Üreticilerin çoğunu fotosentez yapan canlılar (fotoototrof) oluşturur. Üretici canlılar ekosistemdeki biyotik bileşenlerin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Klorofil taşıyan yeşil bitkiler, öglena, alg gibi protistler ve siyanobakteriler fotosentez ile ihtiyaç duydukları organik besin sentezini gerçekleştirir. Kemoototrof adı verilen bazı bakteri ve arkelerin birçoğu inorganik maddeleri oksitleyerek ürettikleri kimyasal enerji ile ATP sentezler ve bu ATP moleküllerini karbondioksitten organik madde sentezinde kullanırlar. Karbon kaynağı olarak sadece $C0_2$'nin formlarını kullanan canlılar **ototroflar** olarak adlandırılırlar.

Organik besin ihtiyacını diğer canlıları tüketerek sağlayan canlı türleri **tüketiciler** grubuna girer. Tüketici canlılar, ihtiyaç duydukları organik besinleri kendileri üretemez. Bazı canlılar, fotosentez yaparak organik madde sentezi gerçekleştirmenin yanı sıra dışarıdan organik madde alır. Bu canlı türleri **hem üretici hem tüketici** canlılar olarak adlandırılır.

Ayrıştırıcılar (saprotrof, çürükçül) ölü bitki ve hayvan atıklarını besin olarak tüketen canlılardır. Bitki ve hayvan atıklarını inorganik bileşenlere ayırarak madde döngülerinin devamını sağlayan ayrıştırıcılar da tüketici canlılardır.

Ekolojik Kavramlar

Ekoloji biliminde ortaya konan biyolojik spektrumun en alt biriminde tür yer alır. Ortak atadan gelen, yapı ve görev bakımından benzer özellikler gösteren, çiftleştiklerinde verimli döller oluşturan canlı grubuna **tür** denir. Aynı türe ait bireyler, kalıtsal varyasyonlardan dolayı tamamen birbirlerine benzemeyebilir. Bireyler çevrenin fiziksel ve kimyasal yapısından etkilenir. Dolayısıyla aynı türde yer alan bireyler arasında büyüklük, renk, görünüş gibi çeşitli karakterler bakımından farklılıklar bulunabilir. Örneğin evcil köpekler (*Canis familiaris*) aynı türdendir. Fakat evcil köpekler, farklı renk ve büyüklükte olabilmektedir.

Görsel 3.14: Kapadokya Yılkı atları

Ekosistemde aynı tür canlılardan oluşan, belirli bir zaman diliminde aynı yaşam alanını paylaşan canlı grubuna **popülasyon** denir. Popülasyonlar, benzer çevre koşullarından etkilenen bireylerden oluşur. Aralarında gen alışverişi yapar. Beslenme şekilleri aynıdır. Kapadokya Yılkı atları popülasyona örnek verilebilir (Görsel 3.14).

Belirli bir alanda yaşayan ve birbirleriyle etkileşim içinde olan popülasyonların oluşturduğu topluluklara **komünite** denir (Görsel 3.15).

Örneğin bir tatlısu ekosisteminde birden fazla tür yaşar. Bu türler doğrudan etkileşim içerisindedir. Bu popülasyonlar bir araya gelerek tatlısudaki komüniteyi oluşturur. Yine bir orman ekosisteminde yaşayan tüm canlılar birbirleri ile etkileşim hâlindedir ve bu canlılar ormandaki komüniteyi oluşturur. Komüniteler sadece canlı etmenlerden oluşur. Bu canlılar ortak bir çevrede yaşadıkları için aralarında besin rekabeti ve av avcı ilişkisi görülür. Deniz ve göl kenarı gibi bölgelerde sadece sucul ya da karasal ortamda yaşayabilen canlılar olabildiği gibi her iki ortamda da yaşayabilen canlılara da rastlamak mümkündür.

Görsel 3.15: Komünite örneği

Ekosistem, belirli bir bölgedeki canlı komüniteleri ve bu canlılarla etkileşim hâlinde olan fiziksel faktörlerden oluşur. Aynı türe ait canlılar popülasyonu, popülasyonlar komüniteyi, komüniteler ise cansız çevre ile birlikte ekosistemi meydana getirir. Ekosistemlere deniz (Görsel 3.16), dağ ve çöl ekosistemi örnek olarak verilebilir. **Biyosfer** (ekosfer, küresel ekosistem), dünya üzerinde canlıların yaşamlarını sürdürdüğü tüm ekosistemlerin toplamıdır. Kısaca biyosfer dünya üzerinde canlıların yaşadığı alanların tümüdür.

Görsel 3.16: Deniz ekosistemi

Ekosistemde Meydana Gelebilecek Değişikliklerin Olası Sonuçları

Ekosistemde meydana gelen değişimler, çevrenin yapısını ve işleyişini kimi zaman olumlu kimi zaman olumsuz etkiler. Bazı canlıların azalması, başka canlıların azalmasına ya da artmasına neden olabilir. Doğada madde döngüsünün ve enerji akışının dengesi bozulabilir.

Ekosistemdeki bozulmalar; dünya coğrafyasının ve iklimlerin değişmesine, erozyona, su ve enerji kaynaklarının azalmasına, enerji kıtlığının başlamasına, canlı çeşitliliğinin azalmasına yol açar.

Ekosistemlerde bulunan tüm canlılar arasında bir denge bulunmak zorundadır. Habitat denilen yaşam alanlarında meydana gelebilecek değişimler, türlerin devamlılığı açısından önemlidir. Canlı ve cansız varlıklar arasında etkileşim ve denge vardır. Türlerin herhangi bir sebeple yok olması, cansız çevreyi de etkiler. Bu doğal denge, zincirin halkaları gibidir. Zincirin halkalarından birinin kopması, doğal dengenin bozulması anlamına gelir. Ekosistemlerdeki ortam koşulları doğa olayları ile değişebileceği gibi insanlar tarafından da değiştirilebilir. Günümüzde insanların doğaya müdahalesi oldukça fazladır. Bataklıkların kurutulması, ormanların tahrip edilmesi ve yakılması, su kaynaklarının azalması ve kirletilmesi örnek verilebilir (Görsel 3.17 a, b).

Görsel 3.17: a) Su kirliliği ile oluşan balık ölümleri, b) Yol yapımı sonucu tahrip olmuş orman

Orman yangınları, ormandaki ağaçların çeşitli amaçlarla tahrip edilmesi bu alanı kullanan canlıların yok olmasına ve atmosferdeki oksijen-karbondioksit dengesinin bozulmasına neden olur. Sanayileşme ve kentleşme, canlı habitatlarının bozulmasına; hava limanları ise özellikle kuşların göç yollarını değiştirmelerine neden olur. Deodorantlar, spreyler, buzdolabı ve klima gibi soğutuculardaki kullanılan gazlar ozon tabakasının incelmesine yol açar. Elektronik cihazlar ve pillerde bulunan ağır metallerin doğaya bırakılması da ekosistemlere zarar verir.

ETKİNLİK

Etkinlik No. : 3.1

Araç Gereç

• Fotoğraf makinesi, bilgisayar

Etkinliğin Adı: Bir ekosistemi tanıtan sunu hazırlama

Etkinliğin Amacı: Ekosistemin yapısını kavrayabilme.

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Uygulama

- Sınıfta dörder kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Ekosistemlerin yapısı ve ekosistemi oluşturan canlı ve cansız bileşenler hakkında bilgi toplayınız.
- Grup arkadaşlarınızla yardımlaşarak çalışınız. Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görev paylaşımı yapınız.
- Çalışma grubunuzla sunu için gerekli olan bilgisayar programlarını kullanarak topladığınız bilgilerle elektronik bir sunu (animasyon, video vb. şekilde) hazırlayınız.

Sonuçlandırma

1. Hazırladığınız sunuyu sınıf içinde arkadaşlarınızla paylaşınız. Seçtiğiniz ekosistemi diğer arkadaşlarınızın seçtiği ekosistemlerle karşılaştırınız.

.....
.....
.....

2. Ekosistemlerde bulunan cansız bileşenler nelerdir? Bu bileşenler canlıları nasıl etkiler?

.....
.....
.....

3.1.2. CANLILARDAKİ BESLENME ŞEKİLLERİ

Ekosistemde bulunan canlılar; beslenme şekillerine göre ototrof canlılar, heterotrof canlılar ve hem ototrof hem heterotrof canlılar olmak üzere üç grupta incelenir.

Ototrof Canlılar (Üreticiler)

Üreticiler fotosentez ve kemosentez yapabilen canlı türleridir. İnorganik maddeleri kullanarak kendi besinlerini kendileri üretir. Bu canlılar, besin üretmenin yanı sıra atmosferdeki oksijen ve karbondioksit dengesini de sağlar. Üreticilerin çoğu fotosentetik canlılardan oluşur. Fotosentez yapan canlılar, taşıdıkları klorofil pigmenti sayesinde ışık enerjisini kullanarak inorganik maddeleri organik maddelere dönüştürür. Üretici canlılar, ekosistemde tüketici durumunda bulunan canlılara besin ve oksijen sağlar.

BİLGİ KUTUSU

Suda yaşayan ve fotosentez yapabilen mikroskobik canlılara **fitoplankton** denir. Fitoplanktonla beslenen mikroskobik canlılara ise **zooplankton** denir.

Fotosentez yapan canlılar, karasal ve sucul ortamlarda yaşamlarını sürdürebilir. Bitkiler, siyanobakteriler, bazı arkeler, algler ve fitoplanktonlar fotosentez yapan canlılara örnektir (Görsel 3.18 a, b, c, ç).

Görsel 3.18: a) Yosun, b) Çam ağacı, c) Öglena, ç) Alg

Kemosentez yapan canlılar, Güneş enerjisi yerine kimyasal enerji kullanarak inorganik maddeleri organik maddelere dönüştüren canlılardır. Kemosentetik canlılar; azot, hidrojen, demir, hidrojen sülfür, nitrit gibi maddeleri oksitleyerek kimyasal bağ enerjisine dönüştürür. Klorofil pigmenti bulundurmaz. Işık enerjisi kullanılmadığından kemosentez, gece ve gündüz gerçekleşebilir. Üretici canlılar, tüketici canlıların ihtiyacı olan besin maddelerini üretir.

Heterotrof Canlılar (Tüketiciler)

Kendi besinlerini üretemeyip besinlerini yaşadıkları ortamdan hazır olarak alan canlılardır. Hayvanlar, mantarlar, bazı bakteri ve arkeler, amip ve paramesyum gibi protistler ve bazı bitkiler tüketici canlılardır. Tüketici canlılar, yaşadıkları ortam ve kullandıkları besin çeşidine göre holozoik beslenenler ve ayrıştırıcılar olarak adlandırılır.

a) Holozoik Beslenme

Karekod 3.4
Üretici, tüketici ve ayrıştırıcı

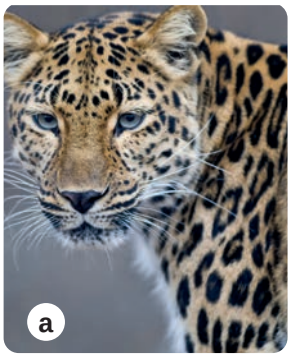
Holozoik beslenen canlılar, besinlerini katı parçalar hâlinde alır. Ağız ve çene yapıları beslenme şekillerine göre adaptasyon sağlamıştır. Bu canlıların gelişmiş sindirim sistemleri bulunur. Aldıkları besinlerin yapısına göre otçullar (herbivorlar), etçiller (karnivorlar) ve hem etçiller hem otçullar (omnivorlar) olmak üzere üç grupta incelenir.

Otçullar (Herbivorlar): Bitkilerle beslenen canlılar, bitkilerdeki kimyasal bağ enerjisini ATP'ye dönüştürerek yaşamsal faaliyetlerinde kullanır.

Karasal ortamlardaki otçulların çoğunu böcekler, kemirici memeliler ve geviş getiren hayvanlar oluşturur. Sucul ortamlardaki otçullar ise fitoplanktonlarla beslenen zooplanktonlar, alglerle beslenen balıklar ve diğer canlılardır. Deve, zürafa (Görsel 3.19 a, b), tavşan, koyun, çekirge otçullara örnek verilebilir.

Etçiller (Karnivorlar): Etçiller, tüketici olan diğer canlılarla beslenir. Karasal ve sucul ortamlarda yaşamlarını sürdürebilir. Etçil canlılara; leopar, timsah (Görsel 3.20 a, b), bazı böcek ve balık türleri, aslan, piton, kartal, kurt, baykuş, martı, köpek balığı gibi hayvanlar örnek verilebilir.

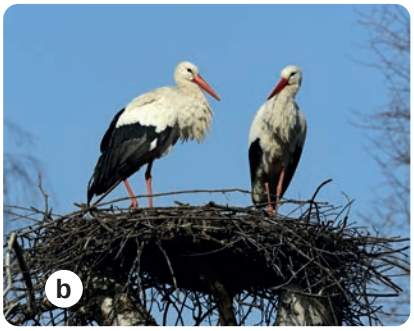
Görsel 3.19: a) Deve, b) Zürafa

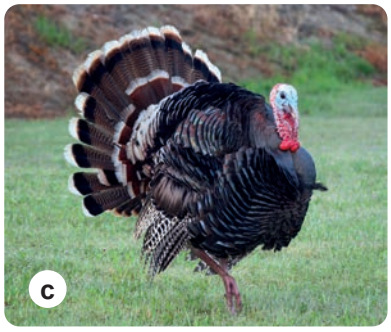


Görsel 3.20: a) Leopar, b) Timsah

Hem Etçil Hem Otçullar (Omnivor Canlılar): Hem etle hem de otla beslenen canlılardır. Yaşadıkları ortamda hem üreticileri hem de tüketicileri yiyerek beslenir.

Karasal ve sucul ortamlarda yaşayan türleri bulunmaktadır. Hem etçil hem otçul canlılara insan, ayı, leylek, hindi, fare ve bazı balık türleri örnek verilebilir (Görsel 3.21 a, b, c, ç).





Görsel 3.21: a) Ayı, b) Leylek, c) Hindi, ç) Fare

b) Ayrıştırıcılar

Ayrıştırıcılar, her ekosistem için önemli bir canlı grubudur. Ayrıştırıcıların enzim sistemleri gelişmiştir. Ayrıştırıcılar, hücre dışına salgıladıkları enzimlerle ekosistemde bitki, hayvan ve diğer canlı atıklarını parçalar. Organik maddeleri, inorganik maddelere dönüştürür. Böylece organik atıklar, ototroflar tarafından kullanılabilir hâle gelir.

Ayrıştırıcı canlıların sayıca azalması; organik atıkların toprakta birikmesine, madde döngüsünün gerçekleşmemesine sebep olur. Bunun sonucunda da üretici ve tüketici canlılar azalır. Ayrıştırıcıların olmadığı bir ekosistemde yaşam uzun süre devam edemez. Ayrıştırıcı canlılara bazı bakteri ve arkeler, cıvık mantarlar ve bazı mantar türleri örnek verilebilir (Görsel 3. 22).

Görsel 3.22: Ayrıştırıcılara örnek, üzüm üzerindeki küf mantarı

Hem Ototrof Hem Heterotrof Canlılar

Bazı canlı türleri fotosentez yaparak organik besin ihtiyacını karşılarken dış ortamdan da hazır olarak besin alabilir. Bu tür canlılara hem **ototrof** hem **heterotrof** canlılar denir. Hem üretici hem tüketici olan canlılara öglena örnek verilebilir.

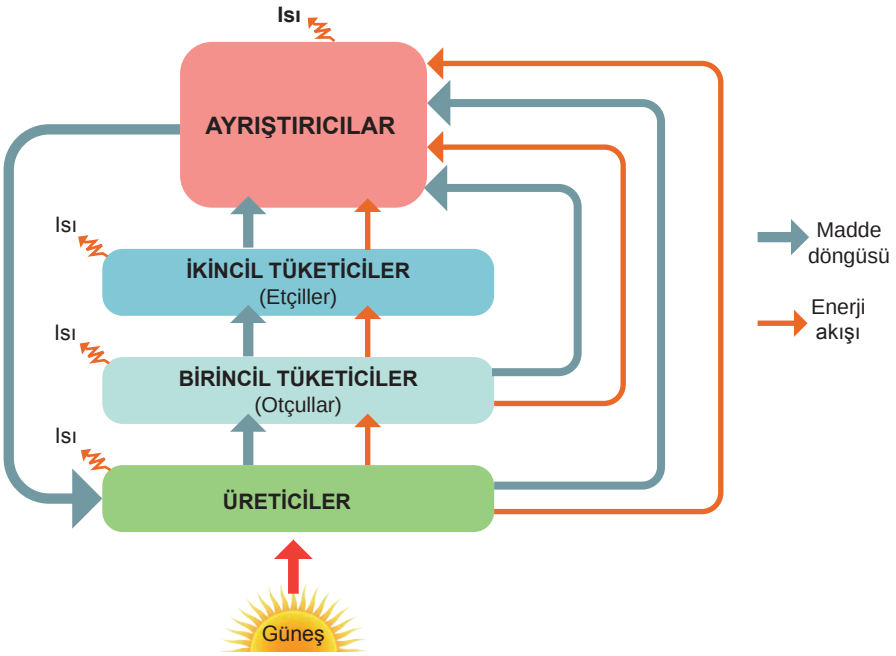
Öglena, kloroplast organeli taşır ve ışık varlığında fotosentez yapar. Işıksız ortamda kamçı kesesi sayesinde dış ortamdaki bir hücreli organizmaları, endositozla hücre içine alır. Hücre içi sindirim yaparak besin ihtiyacını karşılar. Bu özellikleri bakımından öglena hem üretici hem tüketici olarak adlandırılır (Görsel 3.23).

Görsel 3.23: Öglena (IM, 606x340)

3.1.3. EKOSİSTEMDE MADDE VE ENERJİ AKIŞI

Karekod 3.5
Besin zinciri ve enerji akışı

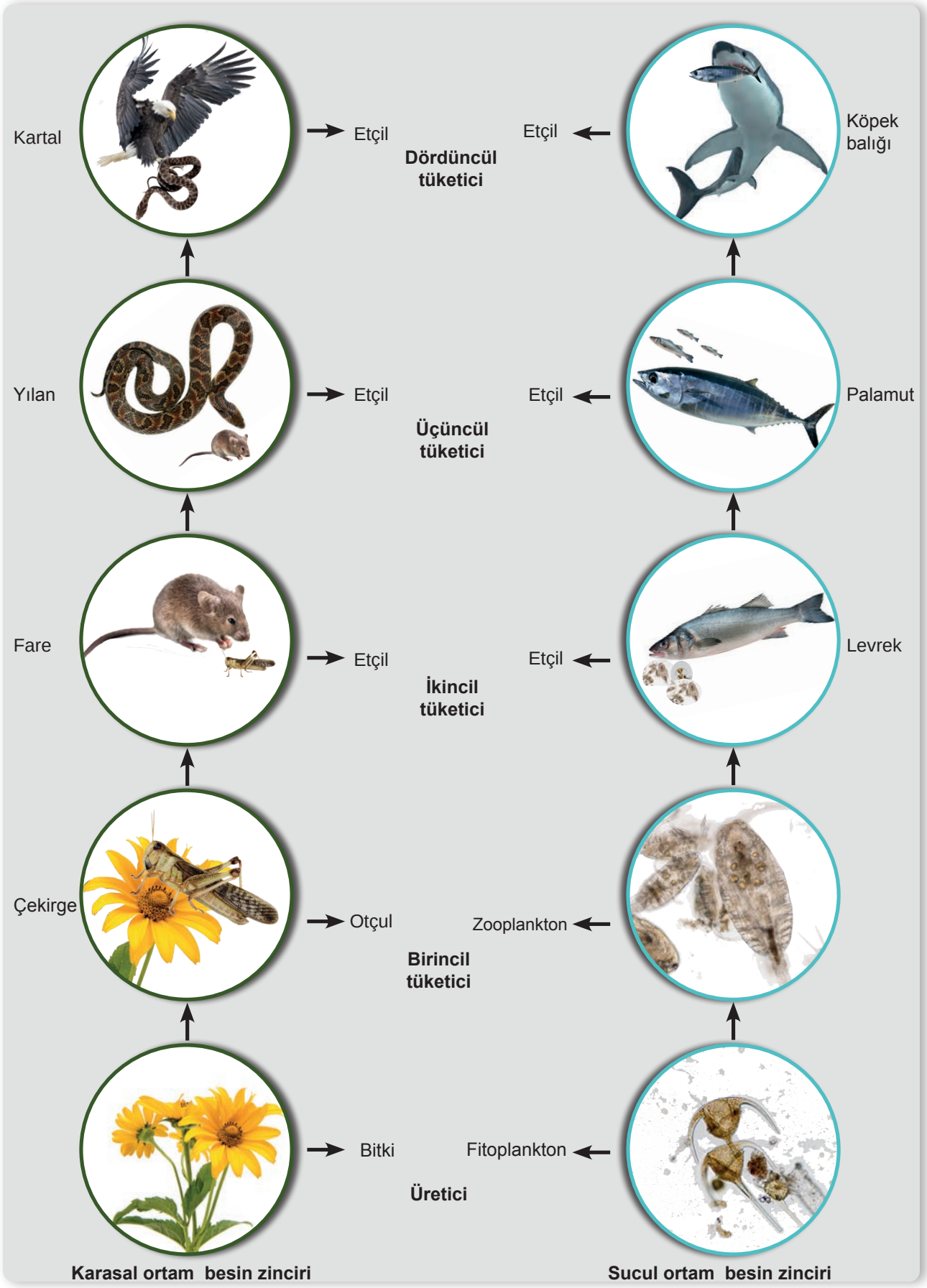
Tüm canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmesi için enerjiye ve karbon, azot gibi elementlere ihtiyaçları vardır. Canlıda gerçekleşen üreme, büyüme, gelişme, boşaltım gibi olaylar için enerji harcanır ve inorganik maddelere ihtiyaç duyulur. Bu süreçlerin devamlılığı için enerjinin bir biçimden başka biçime dönüşmesi gerekir. İnorganik maddelerin de üretici organizmalar tarafından organik moleküllerin yapısına katılması gerekir. Bunun için öncelikle ışık enerjisi, bitkiler tarafından kimyasal bağ enerjisine dönüştürülerek inorganik maddelerden üretilen organik besinlerin yapısına aktarılır. Bitkilerdeki enerji, organik besin yoluyla ot yiyen hayvanlara oradan da etçil hayvanlara geçer. Canlıların atıkları ve kalıntıları ayrıştırıcılar tarafından ayrıştırılır. Bu süreçte ekosistemdeki madde ve enerji akışı; üretici, tüketici ve ayrıştırıcı canlılar aracılığı ile dengede kalır. Bu dengenin sağlanmasında besin zincirleri ve madde döngüleri önemli rol oynar (Görsel 3.24).



Görsel 3.24: Ekosistemde madde ve enerji akışı

Besin Zinciri

Besin ve enerjinin üreticilerden tüketicilere doğru tek yönlü akışı, besin zincirleri sayesinde gerçekleşir (Görsel 3.25). Aktarılan enerji; canlılar tarafından iş yapmak, büyümek, ısı üretmek ve atık oluşturmak gibi durumlarda kullanılır. Üreticilerden başlayarak canlılar arasında bir zincirin halkaları gibi devam eden beslenme ilişkisine **besin zinciri** adı verilir. Besin zinciri, **üreticilerin** Güneş'ten gelen ışık enejisini fotosentezde kullanmasıyla başlar. Üreticilerde besin olarak depolanan bu enerji, besin zinciri yoluyla ekosistemin bütün üyelerine dağılır. Üreticiler **otçul** adı verilen **birincil tüketiciler** tarafından tüketilir. Otçullarla beslenen hayvanlara **etçil** ya da **ikincil tüketici,** enerji kaynağı olarak otçul ve etçilleri kullanan canlılara ise **üçüncül tüketici** adı verilir.



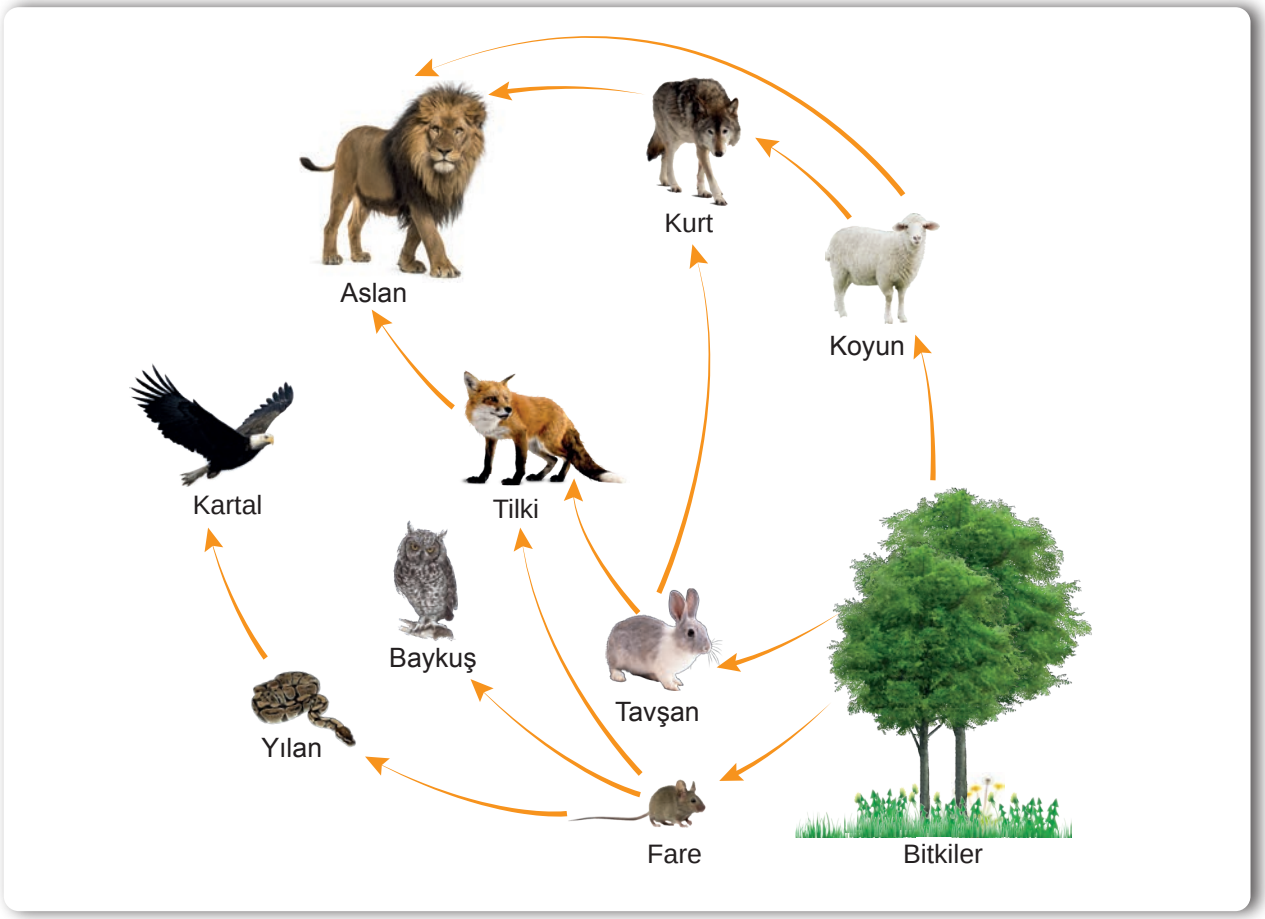
Görsel 3.25: Karasal ve sucul ortamlardaki besin zincirleri

Bazı hayvanlar, hem diğer hayvanlarla hem de bitkilerle beslenir. **Hem etçil hem otçul** olan bu hayvanlar, besin zincirinde değişik basamaklarda bulunabilir. Bunların dışında her besin zincirinde **ayrıştırıcılar** bulunur. Ayrıştırıcılar, bitkisel ve hayvansal kalıntıları topraktaki humus ve minerallere dönüştürür. Dönüşüm sırasında kendi besin gereksinimlerini de karşılamış olur.

Besin zincirinde yer alan herhangi bir canlıdaki sayısal değişim, diğer basamaklardaki canlıların tamamını etkiler. Günümüzde okyanuslardaki ekosistem yapısının bozulmasıyla yeterince avlanamayan katil balinalar, kıyılara doğru yiyecek bulmak için göç etmek zorunda kalmıştır. Özellikle Kuzey Pasifik kıyılarında avlanmaya başlayan katil balinalar, su samuru sayısının %25 oranında azalmasına neden olmuştur. Su samuru sayısının azalması, onun avı olan denizkestanelerinin aşırı çoğalmasını beraberinde getirmiştir. Denizkestanelerinin sayıca artması sonucu deniz yosunu fazla miktarda tüketilmiş ve deniz yosunları yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmıştır.

Besin Ağı

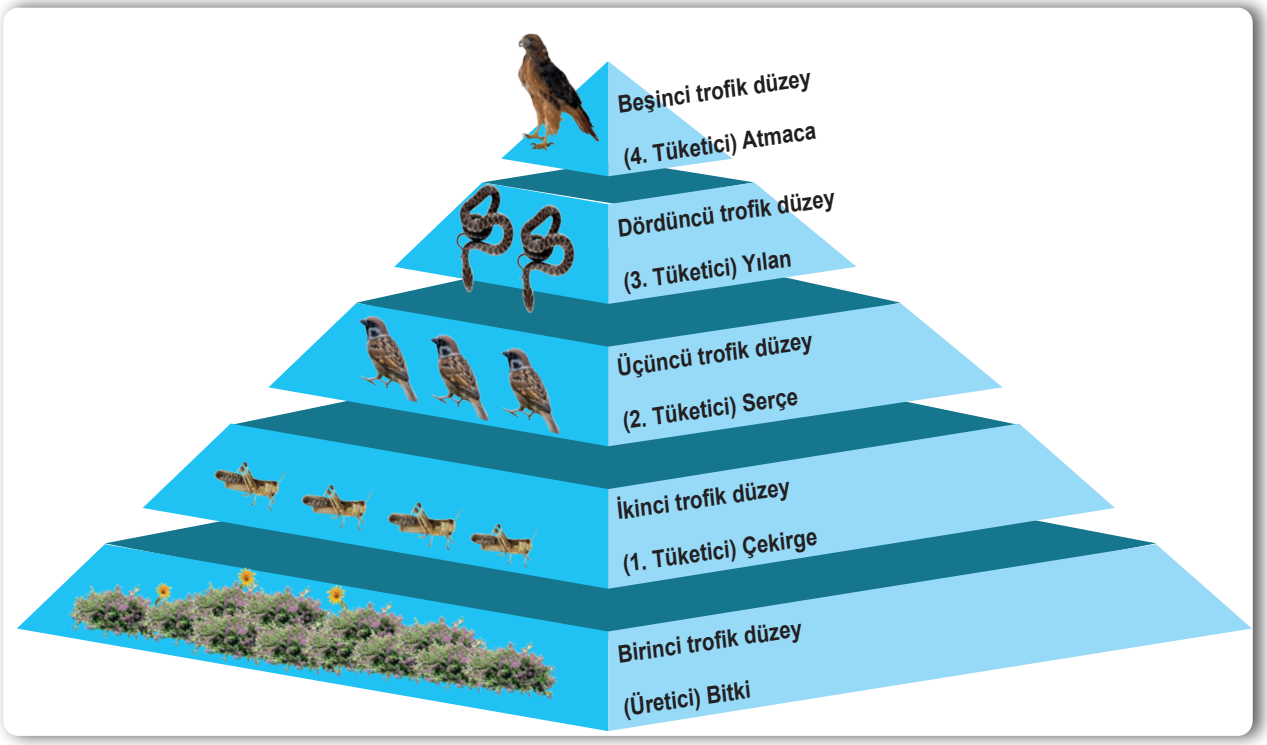
Doğadaki hayvan türlerinin çoğu tek çeşit besin yerine çok çeşitli besin kaynaklarını tüketir. Canlıların birden fazla besin zincirinde yer alması nedeniyle ekosistemler, çok sayıda farklı besin zinciri içerir. Farklı besin zincirlerinin bir araya gelmesiyle zaman zaman kesişen karmaşık yapıdaki beslenme ilişkisine **besin ağı** denir (Görsel 3.26).



Görsel 3.26: Besin ağı

Besin Piramidi

Besin zinciri ve besin ağlarını oluşturan canlılarda enerji akışını göstermenin bir yolu da besin piramitleridir. Besin piramidinde canlıların biyokütleleri ve enerjinin nasıl aktarıldığı göz önüne alınır. **Biyokütle**, popülasyonu oluşturan tüm bireylerin toplam kütlesini ifade eder. Belirli bir türün popülasyonlarının beslenme düzeyindeki her bir basamak **trofik düzey** olarak adlandırılır. Örneğin birinci trofik düzeyde biyokütlesi en fazla olan üreticiler yer alır. İkinci trofik düzeyde otçullar, üçüncü trofik düzeyde etçiller, dördüncü trofik düzeyde hem et hem otla beslenen canlılar yer alır. Ayrıştırıcılar ise tüm trofik düzeylerde bulunur (Görsel 3.27).



Görsel 3.27: Besin piramidi

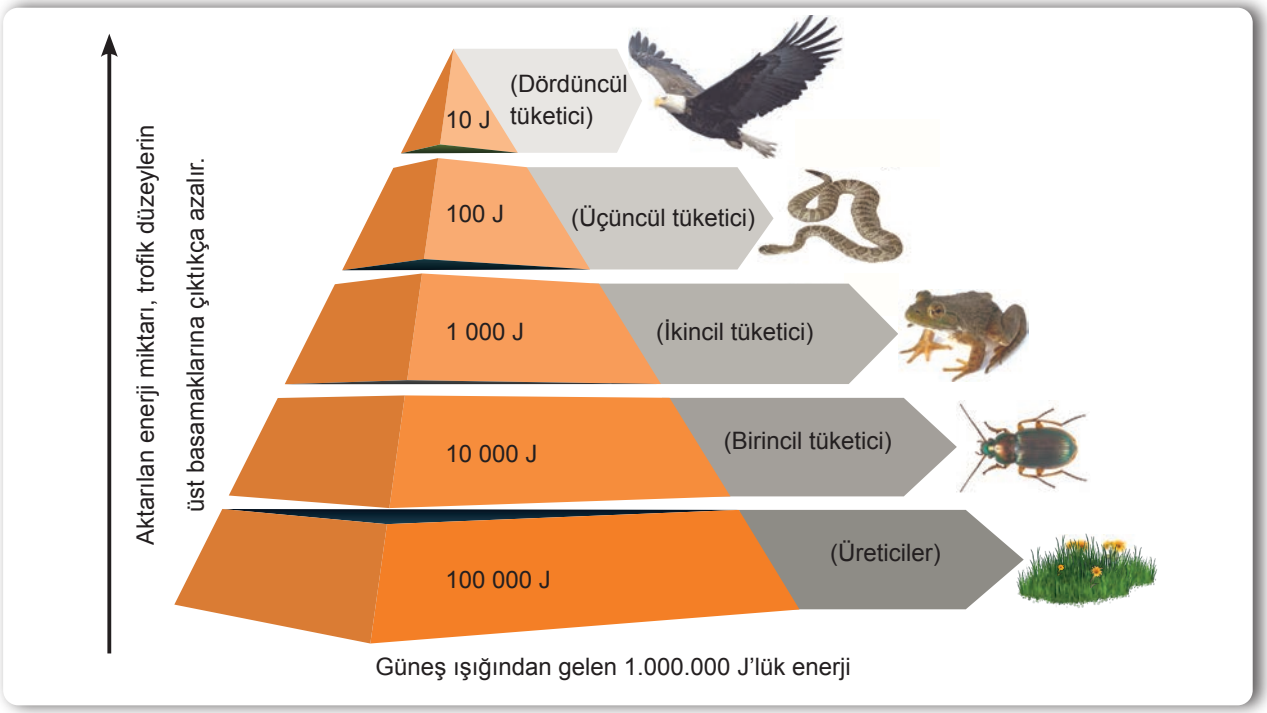
Besin piramidinin tabanında bulunan üreticilerden üst basamaklara doğru gidildikçe birey sayısı, aktarılan enerji miktarı, biyokütle, üreme hızı azalır; vücut büyüklüğü genellikle artar. Canlıların vücut büyüklüğü ile birey sayısı ters orantılıdır.

BİLGİ KUTUSU

Besin piramidinde tabandan tepeye gidildikçe genellikle kullanılabilir enerjinin azalmasından dolayı her basamaktaki canlı sayısı da azalmaktadır.

Besin zincirlerinde enerjinin aktarımı, üreticilerden tüketicilere ve ayrıştırıcılara doğru tek yönlüdür. Bir trofik düzeydeki kullanılabilir enerjinin yaklaşık %10'u bir üst basamağa aktarılabilirken %90'ı aktarılamaz (%10 yasası). Bu enerji kaybı basamak sayısı uzadıkça artar. Zincirdeki bu kayıp, enerji piramidi ile gösterilebilir (Görsel 3.28).

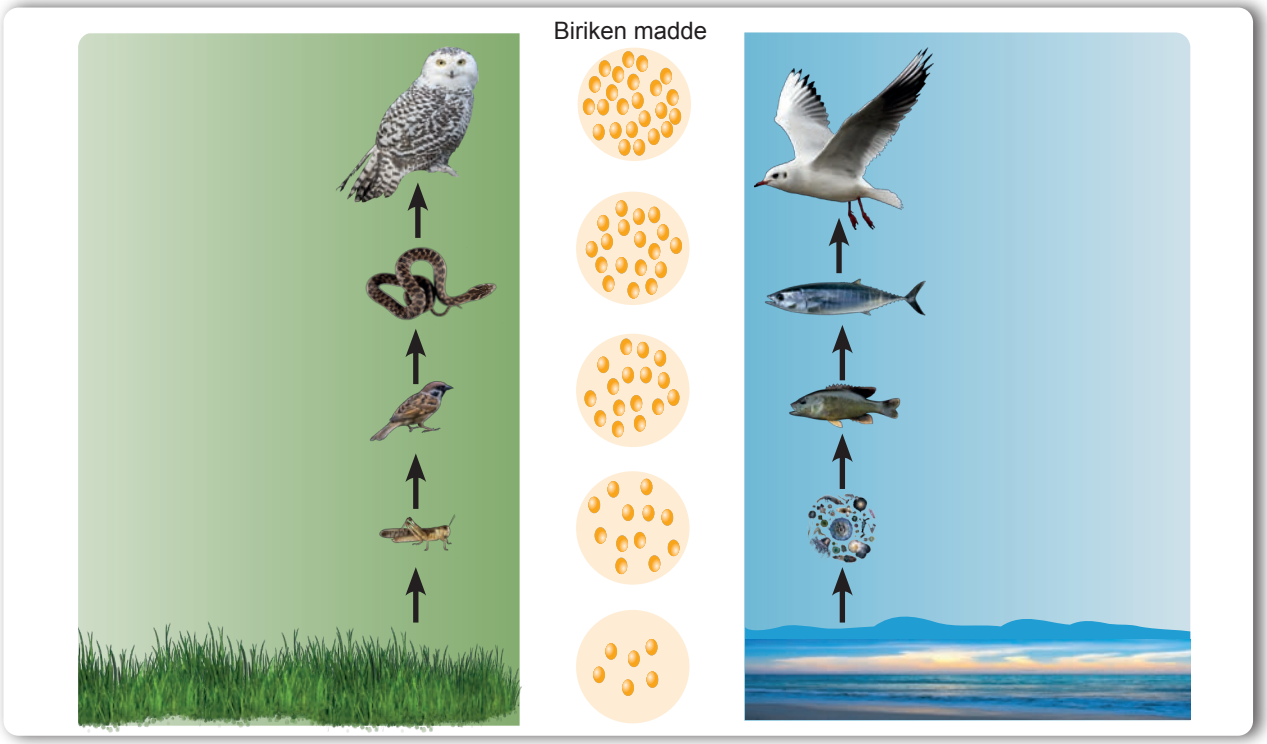
Aktarılmayan enerjinin bir kısmı büyüme ve gelişmede, bir kısmı ise hücre solunumunda ısı olarak kaybolur. Enerjinin bir bölümü de besinlerle sindirilmeden dışkı ile atılır. Vücuttan atılan bu atıklar ayrıştırıcılar tarafından tüketilir. Besin piramidinde bir trofik düzeyi oluşturan canlıların toplam kütlesi olan biyokütle, enerji kaybına bağlı olarak piramitte yukarıya doğru çıktıkça azalır.



Görsel 3.28: Enerji piramidi

Biyolojik Birikim

Doğaya insanlar tarafından birçok kimyasal ve sentetik madde atılır. Bu maddeler çoğu kez mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılır veya havaya ve suya karışarak seyrelir, canlılara zarar veremeyecek düzeye gelir. Bazı kirleticiler, mikroorganizmalar tarafından parçalanamaz ve çevrede yıllarca kalır. Bu tip kirleticiler, besin piramidini oluşturan farklı trofik düzeylerdeki canlıların dokularında birikmeye başlar. Bu olaya **biyolojik birikim** denir (Görsel 3.29).



Görsel 3.29: Biyolojik birikim yapan maddeler besin zincirinde gittikçe artan oranda birikir.

Görsel 3.30: Tarımsal ilaçlama

Besin piramidinde üreticilerden üst basamaklara doğru çıkıldıkça canlıların vücudunda biriken zehirli madde miktarı artar. İnsanlar tarafından doğaya yapılan müdahaleler bazen insanın kendisine ve diğer canlı türlerine zarar verebilmektedir. Tarımda zararlı canlılarla mücadelede kullanılan bazı ilaçlar (En çok biyolojik birikim yapan, günümüzde kullanılması yasak olan DDT adlı böcek ilacıdır.), maden çalışmaları gibi alanlarda kullanılan kimyasal maddeler, fabrika atıkları ve kadmiyum, bakır, cıva, arsenik gibi ağır metaller (Görsel 3.30) doğayı çeşitli şekillerde kirletmektedir.

Bu tip kirleticiler nerede kullanılırsa kullanılsın onların en son ulaşacağı yer, toprak ve su ortamıdır. Kimyasal maddeler, yer altı sularıyla insanların içme sularına ulaşabilir. Topraktan da üreticilere, oradan da besin zinciriyle tüketicilere aktarılabilir. Besin zincirinde üreticiden tüketicilere doğru gidildikçe biyolojik birikim yapan maddeler artarak birikir.

ETKİNLİK

Etkinlik No. : 3.2

Araç Gereç

- Kendi belirlediğiniz araç gereci kulanınız.

Etkinliğin Adı: Biyolojik birikim

Etkinliğin Amacı: Biyolojik birikimin insan sağlığı ve diğer canlılar üzerindeki olumsuz etkilerini araştırmak ve tartışmak.

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Uygulama

- Sınıfta dörder kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görev paylaşımı yapınız ve birbirinize yardım ediniz.
- Çalışma grubunuzla biyolojik birikimin insan sağlığı ve diğer canlılar üzerindeki olumsuz etkilerini araştırınız. Sunu için gerekli olan bilgisayar programlarını kullanarak topladığınız bilgilerle elektronik bir sunu (animasyon, video vb. şekilde) hazırlayınız.

Sonuçlandırma

1. Hazırladığınız görsel sunuları sınıf içinde arkadaşlarınızla paylaşınız. Biyolojik birikimin canlılar üzerindeki olumsuz etkilerini tartışınız.

2. Biyolojik birikimin insanlar üzerindeki etkileri nelerdir?

.....
.....
.....
.....
.....

ETKİNLİK

Etkinlik No. : 3.3

Etkinliğin Adı: Besin ağı

Etkinliğin Amacı: Canlılar arasındaki beslenme ilişkilerini gösteren bir besin ağı kurgulama.

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Araç Gereç

- Kendi belirlediğiniz araç gereci kulanınız.

Uygulama

- Sınıfta dörder kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görev paylaşımı yapınız ve birbirinize yardım ediniz.
- Çalışma grubunuzla seçtiğiniz canlılar arasındaki beslenme ilişkilerini gösteren bir besin ağı kurgulayınız.

Sonuçlandırma

1. Kurguladığınız besin ağını sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız. Diğer arkadaşlarınızın kurguladığı besin ağları ile karşılaştırınız.

.....
.....
.....

2. Kurguladığınız besin ağındaki canlıları seçerken nelere dikkat ettiniz?

.....
.....
.....

3. Kurguladığınız besin ağındaki tüketicilerin beslenme çeşitleri nelerdir?

.....
.....
.....

4. Kurguladığınız besin ağı hangi ekosistemde yer almaktadır?

.....
.....
.....

SIRA SİZDE

Biyolojik Birikim

Çevresinde geniş tarımsal araziler bulunan bir göl ekosisteminden alınan suyun analizinde litrede 0,00005 mg DDT (Dikloro difenil trikloroethan) olduğu saptanmıştır. Bu çalışmada bu gölün besin zincirinin halkalarını oluşturan canlıların [balık kartalı, fitoplanktonlar, turna balığı (balıkla beslenir), zooplanktonlar ve küçük gümüş balıkları] dokularında birikmiş olan DDT'nin ölçümleri de yapılmıştır. Sonuçta farklı beslenme basamaklarında yer alan canlıların dokularında 0,008 mg, 0,045 mg, 2,1 mg, 26,4 mg, 48,3 mg düzeyinde DDT birikmiş olduğu saptanmıştır. Buna göre aşağıda verilen soruları cevaplayınız.
(Biyolojik birikime neden olan DDT, geçmiş yıllarda tarımda böcek ilacı olarak kullanılmıştır. Toprakta uzun yıllar kalan, insan ve hayvan sağlığı için ciddi tehlike oluşturan DDT günümüzde yasaklanmış ve kullanılmamaktadır.).

(TÜBİTAK Ulusal Biyoloji Olimpiyat sorusundan düzenlenmiştir.)

1. Göldeki canlıların oluşturduğu besin zincirini yazınız.

.....
.....

2. Göldeki DDT'nin canlılarda birikme miktarı, üreticiden son tüketiciye doğru nasıl değişir? Değişimin nedenlerini açıklayınız.

.....
.....

3. 0,008 mg ve 26,4 mg düzeyinde DDT birikimi saptanan dokuların besin zincirinde yer alan hangi canlılara ait olabileceğini yazınız.

.....
.....

3.1.4. MADDE DÖNGÜLERİ VE HAYATIN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

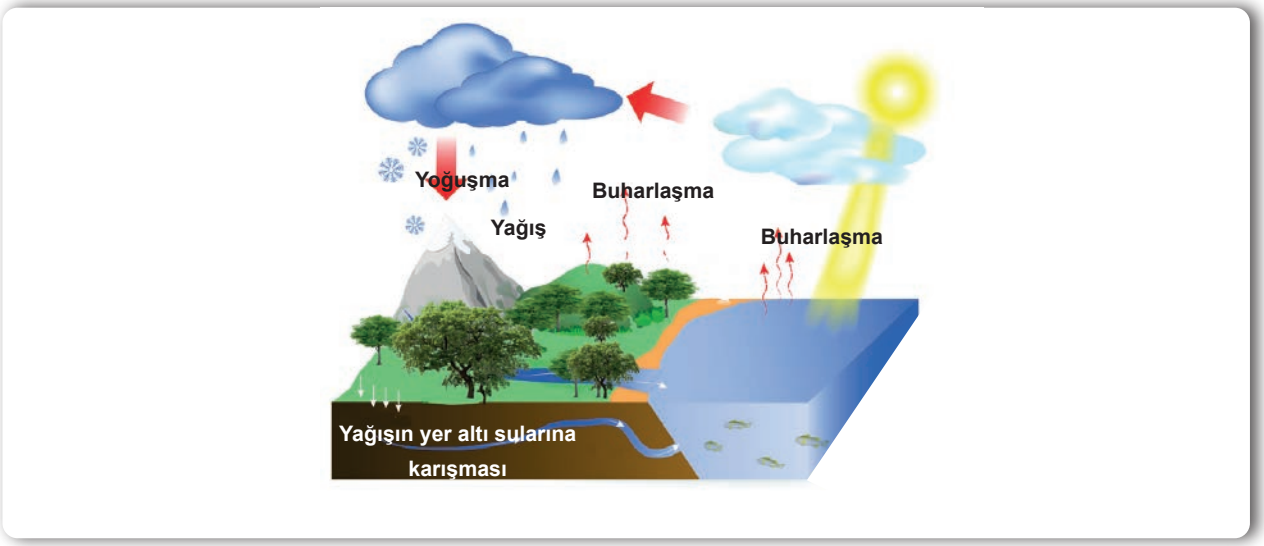
Karekod 3.6
Madde döngüleri

Canlılar, yaşamsal faaliyetlerini sürdürmek için bulundukları ortamdan organik ve inorganik maddeleri alır. Canlıların yapısına katılan bu maddeler, canlının ölümü ve metabolik atıkları ile tekrar dış ortama verilir. Yeryüzündeki yaşamın sürekliliği için karbon, su, oksijen, azot, kükürt ve fosfor gibi maddelerin devirli kullanılması gerekir. Bu olayın gerçekleşmesi madde döngüleri ile sağlanır. Maddelerin alınması, kullanılması ve atık olarak ortama verilmesi canlı ve cansız ortamda düzenli bir biçimde gerçekleşir. Yaşamsal önem taşıyan bu maddelerin ekosistem içindeki dolaşımına **madde döngüleri** denir.

Su (H_2O)Döngüsü

Hayatın temeli olan su, yeryüzünün üçte ikisini kapladığı gibi genellikle hücrelerin de %70 -%90'ını oluşturur. Su, tüm canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürmesi için zorunlu bir bileşiktir. Su döngüsü, buharlaşma ve yoğuşma gibi iki fiziksel olaya dayalı olarak gerçekleşir.

Yeryüzündeki suların büyük kısmı okyanuslarda bulunur. Su atmosferde buhar hâlinde; okyanus, deniz, göl, akarsu, yer altı kaynaklarında ve kayalıklardaki çatlakların arasında sıvı hâlde; kutuplarda buz hâlinde bulunur. Su döngüsü, Güneş enerjisi ve yer çekiminin etkisi ile atmosfer ve yeryüzü arasında düzenli olarak gerçekleşir (Görsel 3.31).



Görsel 3.31: Su döngüsü

Su; okyanus, deniz, göl ve akarsulardan buharlaşarak atmosfere geçer. Bitki ve diğer canlılardan terleme ve solunum yoluyla buharlaşan su, tekrar atmosfere karışır. Isı alarak yeryüzünden buharlaşan su, havada nem olarak bulunur. Hava hareketiyle atmosferde yer değiştiren su buharı; soğuk hava tabakasıyla karşılaştığında yoğuşarak yağmur, kar veya dolu olarak yeryüzüne iner.

Yeryüzüne inen suyun bir kısmı, tekrar buharlaşarak atmosfere geri döner. Bir kısmı akarsulara, göllere, deniz veya okyanuslara karışır. Topraktan süzülen suyun bir kısmı da yer altı sularına karışır. Yer altı suları da bir süre sonra farklı yollarla yeniden yer üstündeki su birikintilerine dâhil olur.

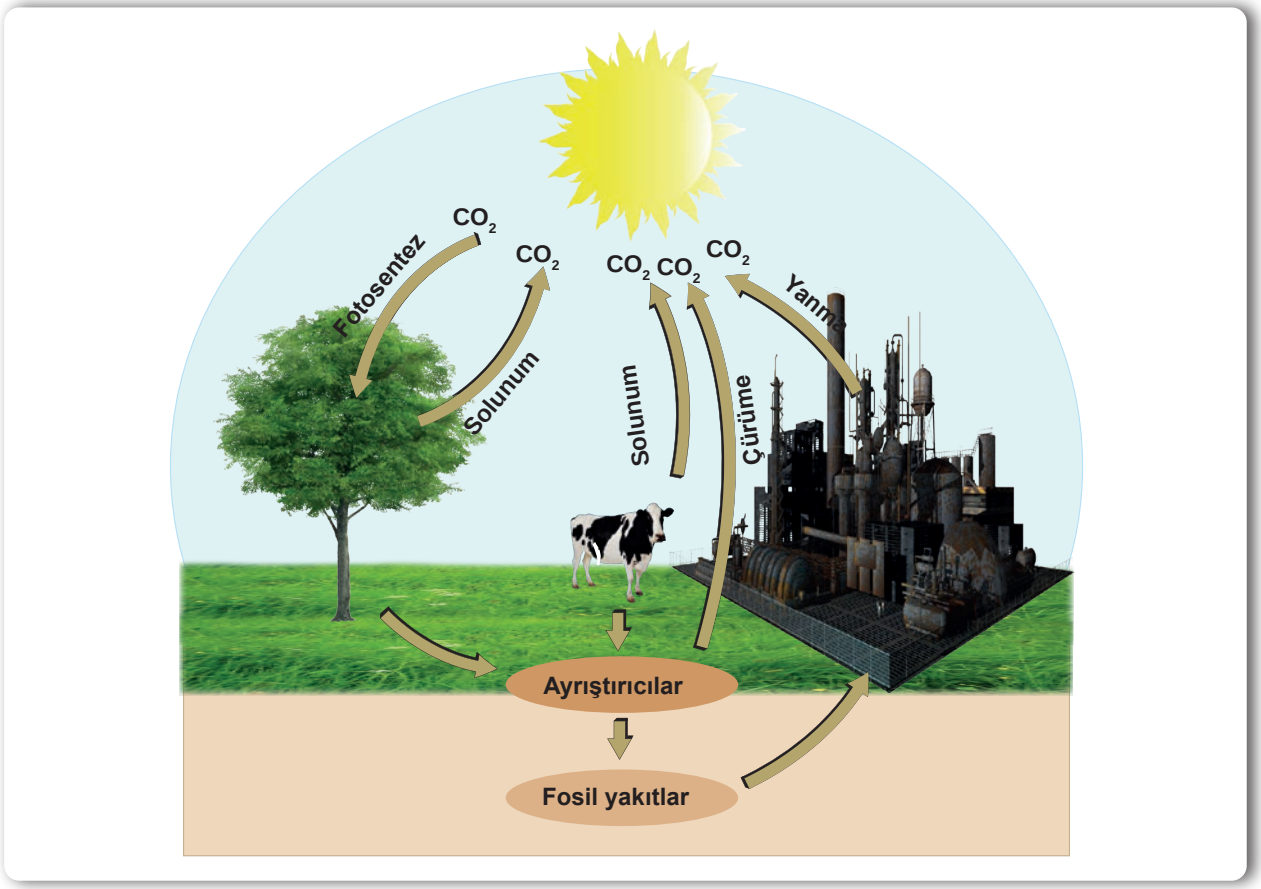
Bitkiler ihtiyaç duydukları suyu kökleri ile hayvanlar ise içtikleri su ve yedikleri besinlerle alır. Bitki ve hayvanlar terleme ve solunum sonucu oluşan suyu buhar şeklinde tekrar atmosfere verir. Aynı zamanda bitkiler, kökleriyle suyun toprakta tutulmasında en büyük etkendir.

Karbon (C) Döngüsü

Karbon, canlıların yapısını oluşturan organik moleküllerin temel elementidir. Yeryüzünde bu döngünün gerçekleşmesini sağlayan kilit molekül, karbonlu bileşiklerdir. Karbonlu bileşiklerden CO_2, atmosferde gaz hâlinde suda çözünmüş hâlde bulunur.

Karekod 3.7
Karbon döngüsü

Doğada fosil yakıtlar, toprak ve sucul ekosistemlerde bulunan kayaçlar da karbonlu bileşikleri barındırır. Bu kayaçlar havayla temas ettiğinde aşınır ve içindeki karbon yavaşça ayrışıp karbondioksit hâlinde okyanuslara ve atmosfere katılır. Karbonun atmosfer, okyanus, deniz ve tatlısu, toprak ve canlıların yapısında dönüşümlü olarak bulunmasına **karbon döngüsü** denir (Görsel 3.32).



Görsel 3.32: Karbon döngüsü

Karasal ortamlarda en çok bitkiler, atmosferdeki karbondioksidi kullanır. Sucul ortamlarda en çok fitoplanktonlar suda çözünmüş karbondioksidi fotosentezde kullanır ve besin sentezler. Ayrıca kemosentez yapan bazı bakteri ve arke türleri de besin sentezi sırasında atmosferdeki karbondioksidi kullanır. Böylece atmosferdeki karbondioksit miktarı azalmış olur. Organik besinlerin yapısına katılan karbon, canlıların solunumu sonucunda tekrar atmosfere verilir.

Canlıların yapısında biriken karbon, ölü bitki ve hayvan kalıntıları ile toprağa karışır. Kalıntılar, topraktaki ayrıştırıcılar tarafından parçalandığında karbondioksit açığa çıkar. Kömür, doğal gaz, petrol gibi fosil yakıtların yanması sonucunda da atmosfere karbondioksit verilir.

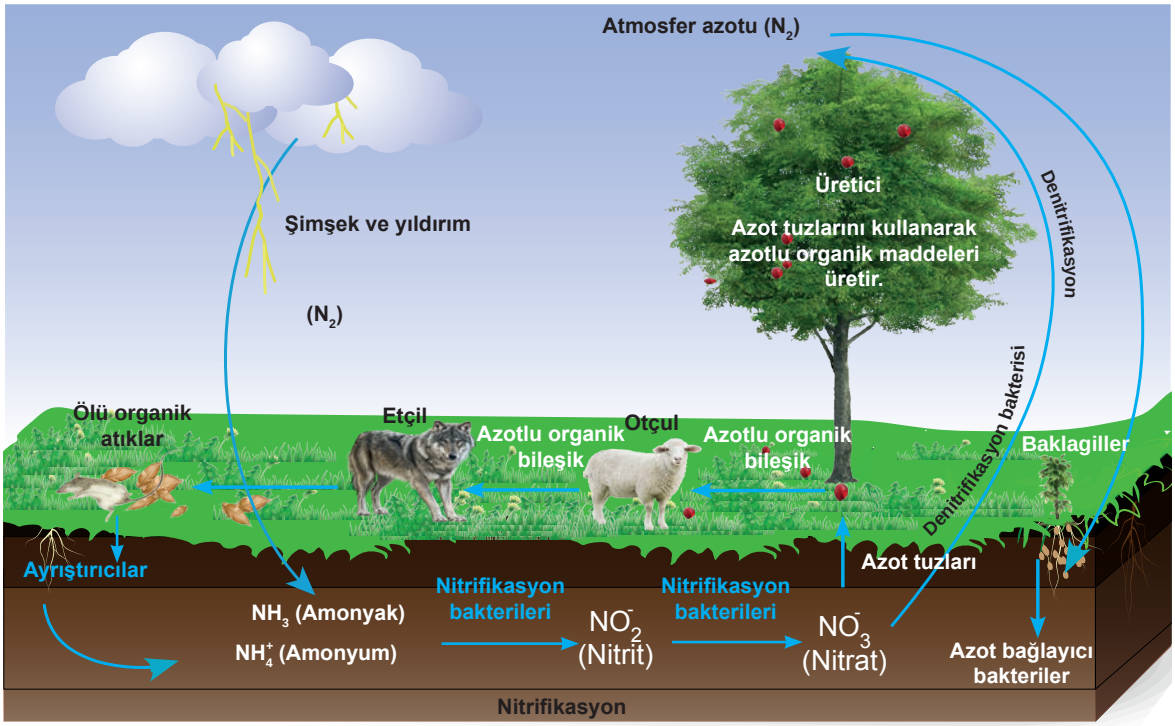
Azot (N) Döngüsü

Azot, canlı yaşamı için gerekli temel elementlerden biridir. Azot; canlılar için hayati önem taşıyan amino asit, nükleik asit, hormon ve vitamin gibi moleküllerin yapısına katılır. Havanın yaklaşık %78'i azot gazından oluşmuştur.

BİLGİ KUTUSU

Daha sağlıklı bir çevrede yaşamak ve gelecek kuşaklara güzel bir dünya bırakmak için ormanlarımızı korumak çok önemlidir. "Bir dikili ağacım olsun." diyenlerin Orman Bölge Müdürlükleri ve sivil toplum kuruluşları ile iş birliği içinde fidan dikme çalışmalarına gönüllü katılması son yıllarda oldukça yaygınlaşmış güzel bir davranış örneğidir.

Azotun havadan toprağa, topraktan üreticilere, üreticilerden tüketicilere, üretici ve tüketici atıklarından tekrar toprağa, suya ve havaya geçmesine **azot döngüsü** denir (Görsel 3.33). Bitkiler atmosfer azotunu doğrudan kullanamaz, ihtiyaç duydukları azotu çözünmüş azot tuzları ve amonyum iyonları şeklinde topraktan alır.



Görsel 3.33: Azot döngüsü

Havadaki azot, baklagil köklerinde yaşayan azot bağlayıcı bakteriler tarafından toprağa bağlanır (biyotik fiksasyon). Bu duruma baklagillerin (bezelye, fasulye, bakla gibi) köklerinde yaşayan *Rhizobium* (Rizobium) cinsi bakteriler tipik bir örnek oluşturur (Görsel 3.34). Bunun yanı sıra atmosferde serbest hâlde bulunan azot (N_2), yıldırım gibi yüksek enerjili olayların etkisi ve yağmurlar ile toprağa bağlanır (abiyotik fiksasyon). Bitkiler, topraktan amonyum $(NH_4)^+$ ve nitrat $(NO_3)^-$ olarak aldıkları azotu, organik besinlerin üretiminde kullanır. Hayvanlarsa azot ihtiyaçlarını bitki ya da diğer hayvanlarla beslenme yoluyla elde eder. Bitki ya da hayvan atıklarında bulunan azotlu organik bileşikler, bakteri ve mantarlar gibi ayrıştırıcı canlılar tarafından parçalanarak amonyağa $(NH_3)^+$ ve amonyuma $(NH_4)^+$ çevrilir. Amonyak, nitrit bakterileri tarafından nitrite (NO_2^-); nitrit de nitrat bakterileri tarafından nitrata (NO_3^-) dönüştürülür. Bu olaya **nitrifikasyon** denir.

Görsel 3.34: *Rhizobium* bakterisi bulunduran baklagil kökü

$$\text{Azotlu organik atıklar} \xrightarrow[\text{canlılar}]{\text{ayrıştırıcı}} \underset{\text{(Amonyak)}}{NH_3^+} \text{ ve } \underset{\text{(Amonyum)}}{NH_4^+}$$

$$\underset{\text{(Amonyak)}}{NH_3} \xrightarrow[\text{bakterileri}]{\text{Nitrifikasyon}} \underset{\text{(Nitrit)}}{NO_2^-} \xrightarrow[\text{bakterileri}]{\text{Nitrifikasyon}} \underset{\text{(Nitrat)}}{NO_3^-}$$

Topraktaki nitrat tuzlarında bulunan azot, azot ayrıştırıcı bakterilerle yeniden atmosfere karışır. Topraktaki azotun tekrar atmosfere geçmesini sağlayan bu olaya **denitrifikasyon** denir.

Karekod 3.8
Azot döngüsü

ETKİNLİK

Etkinlik No. : 3.4

Araç Gereç

- Kendi belirlediğiniz araç gereci kulanınız.

Etkinliğin Adı: Sürdürülebilirlik

Etkinliğin Amacı: Madde döngüleri ve hayatın sürdürülebilirliğinin önemini araştırmak ve tartışmak.

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Uygulama

- Sınıfta dörder kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görev paylaşımı yapınız ve birbirinize yardım ediniz.
- Çalışma grubunuzla gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakmak ve yeryüzünde yaşamın sürdürülebilirliği için madde döngüsünün önemini ve gerekliliğini tartışınız.

Sonuçlandırma

1. Hazırladığınız sunuyu sınıf içinde arkadaşlarınızla paylaşıp tartışınız.

.....

2. Hazırladığınız sunuyu diğer arkadaşlarınızın hazırladığı sunu örnekleri ile karşılaştırınız.

.....

.....

.....

3. Madde döngüsü ve hayatın sürdürülebilirliğinin bozulmasında ortaya çıkabilecek sorunlar nelerdir?

.....

.....

.....

4. Fotosentetik canlıların bir anda yok olduğu düşünülürse doğadaki karbon döngüsü bu durumdan nasıl etkilenir?

.....

.....

.....

2. BÖLÜM

GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI VE İNSAN

ANAHTAR KAVRAMLAR

Çevre sorunu
Ekolojik ayak izi
Karbon ayak izi
Su ayak izi

HAZIRLIK SORULARI

1. Gelecek kuşaklara yaşanabilir bir dünya bırakmayı amaçlamakla "Ayağını yorganına göre uzat." atasözü arasındaki ilişki nasıl açıklanabilir?

2. Hangi ülkeler, dünyadaki biyolojik alanları daha çok kullanmaktadır? Ülkemizde zengin biyolojik alanların korunmasına yönelik hangi önlemler alınabilir?

3. İnsanın egemen olduğu ekosistemleri, enerji ihtiyacını karşılamak için ek kaynaklarla desteklemek gerekir. Bu durumun nedenleri neler olabilir?

Karekod 3.9
Çevre kirliliği

3.2.1. GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

Güncel çevre sorunlarına neden olan etmenler; fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak gruplandırılabilir. Bu etmenlerin büyük çoğunluğu, insan faaliyetleri sonucu ortaya çıkmaktadır. Teknolojik gelişmeler ile insanların beslenme, barınma, ulaşım gibi faaliyetleri yaşadıkları çevreyi olumsuz etkiler. Canlıların yaşam alanlarında meydana gelen kirlilik; ekosistemlerin bozulmasına, tür çeşitliliğinin azalmasına veya bazı türlerin yok olmasına neden olur.

Çevre sorunları nedeniyle her yıl dünyadaki milyonlarca insan çeşitli hastalıklara yakalanıp yaşamını yitirmektedir. Çevre sorunlarının büyük bir kısmı, az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde görülür. Çevre sorunları, sadece insanları değil aynı zamanda hayvanları, bitkileri ve cansız çevreyi de olumsuz yönde etkiler.

Güncel çevre sorunlarına; biyolojik çeşitliliğin azalması, hava kirliliği, su kirliliği, toprak kirliliği, radyoaktif kirlilik, ses kirliliği, asit yağmurları, küresel iklim değişikliği, erozyon, doğal hayat alanlarının tahribi ve orman yangınları örnek verilebilir.

BİLGİ KUTUSU

Sağlıklı bir yaşam sürdürülmesi ancak sağlıklı ve temiz bir çevre ile mümkündür. Bunu sağlayacak olan da insanın kendisidir. Bu aynı zamanda anayasal bir zorunluluktur. Anayasamızın 56. maddesinde "Herkes sağlıklı ve dengeli çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek devletin ve vatandaşın ödevidir.'' denmektedir.

1. Biyoçeşitliliğin Azalması

Yeryüzündeki tüm canlılar toprak, hava, su ve diğer canlı toplulukları ile dünya ekosistemini oluşturur. Biyoçeşitlilik, tek hücreli canlılardan büyük organizmalara kadar yeryüzündeki bütün canlıların hem genetik çeşitliliklerini hem de yaşadıkları ortamları (yaşam birliği - ekosistem çeşitliliği) ele alarak tanımlar.

Ekosistemler kendi içinde denge hâlindedir. Doğal alanlar üzerindeki madencilik faaliyetleri, erozyon, anız yakma, tarımsal faaliyetler, sulak alanların kurutulması, barajlar, günümüzdeki hızlı nüfus artışı ve buna bağlı olarak tüketimin artması, şehirleşme, endüstrileşme, ev ve sanayi atıkları, küresel ısınma gibi faktörler biyolojik çeşitliliği tehdit eden unsurlardandır. Tüm bunların yanında artan enerji ihtiyacı ve aşırı tüketim, canlıların yaşam alanlarının değişmesine neden olmaktadır. Ekosistemlerin yapısında çok kısa süre içerisinde gerçekleşen bu değişimler hızlı yıkımlara ve yok oluşlara neden olmaktadır. Canlı türleri oluşan yeni koşullara uyum sağlayamazsa ya göç edecek veya nesli tükenme tehlikesiyle karşı karşıya kalacaktır. İsteyerek ya da istemeden gelişen insan kaynaklı bu süreç tersine çevrilmedikçe birçok canlı türü yok olacaktır.

Türlerin yok olması ve bozulan ekosistemler; insanların temiz suya, havaya ve sağlıklı gıdaya erişimini de olumsuz yönde etkileyecektir. İnsanoğlu biyoçeşitliliğin bir parçasıdır. İnsanların ve tüm canlıların neslinin devamı için doğayı korumak çok önemli ve gereklidir.

Topraklarımızda, dünyanın başka hiçbir yerinde bulunmayan endemik bitki türleri yetişir. Birçok böcek, balık, kurbağa, sürüngen, kuş ve memeli türleri açısından Türkiye, komşularına göre oldukça zengin biyoçeşitliliğe sahiptir. Sahip olunan bu çeşitliliği koruyup kollamak her bireyin sorumluluğudur.

2. Hava Kirliliği

Karekod 3.10
Hava kirliliği

Hızlı nüfus artışına bağlı olarak insanların üretim ve tüketim faaliyetleri sonucu ortaya çıkan kirleticiler, havanın doğal bileşimini bozmaktadır. Canlıların sağlığını olumsuz etkileyecek ve cansız çevreyi bozabilecek maddelerin katı, sıvı ve gaz hâlindeki kükürtdioksit, karbondioksit, ozon, azotdioksit gibi gazların ve kimyasalların havada normal sınırların üzerinde bulunması **hava kirliliği** olarak adlandırılır. Hava kirliliği, doğal olaylar ve insanların sebep olduğu yapay kirlilikler sonucu oluşur (Görsel 3.35 a, b, c). Doğal kirleticiler; orman yangınları, volkan patlamaları, kum fırtınaları, okyanus ve denizlerden atmosfere katılan gaz, toz ve su buharıdır. Yapay kirleticiler, tümüyle insan etkisiyle ortaya çıkar. Fosil yakıtların çok fazla yakılması, kalitesiz kömür kullanılması sonucu ortaya çıkan gazlar ve motorlu taşıtlardan salınan egzoz gazları yapay kirleticilerdir.

Görsel 3.35: Havayı kirleten etmenler a) Egzoz gazı, b) Fabrika bacasından çıkan duman, c) Volkanik patlama sonucu ortaya çıkan zehirli gazlar

Kirli havada bulunan yüksek miktardaki zararlı maddelerin solunması; kronik bronşit, nefes darlığı, üst solunum yolu enfeksiyonları gibi rahatsızlıklara neden olur. Hava kirliliği; toprak, su ve yer altı sularının da kirlenmesinde etkilidir. Atmosferde birikerek hava kirliliği oluşturan sera gazları ve asidik gazlar; küresel iklim değişikliğine, ozon tabakasının incelmesine, asit yağmurlarına ve yer altı sularının kirlenmesine sebep olur.

Hava kirliliğini önlemek için sanayi tesislerinde bacalara filtre takılmalı, yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmalı, yeşil alanlar artırılmalı, ormanlık alanlar korunmalı ve çoğaltılmalıdır. Ulaşımda toplu taşıma araçları tercih edilmeli, biyoyakıt kullanımı teşvik edilmeli, çevre kirliliği konusunda bireyler bilinçlendirilmelidir.

Ozon Tabakasının İncelmesi

Ozon tabakasının incelmesi ve ozon kirliliği dünyamızdaki en önemli çevre sorunlarından biridir. Dünya atmosferinin üst katmanlarında bulunan ozon tabakası, Güneş'ten gelen kısa dalga boylu yüksek enerjili ışınları emerek bu ışınların yeryüzüne ulaşmasını engeller.

Soğutuculardaki kullanılan gazlar, deodorant ve spreylerdeki itici gazlar, plastik köpükler (strafor); aerosoller ve yangın söndürücüler kloroflorokarbon içerir. Hava kirliliği ve kloroflorokarbon (CFC) gazları, ozon tabakasının incelmesine neden olur. Bu durum, canlı yaşamını olumsuz olarak etkiler. Ozon tabakasının incelmesi sonucu Güneş'in zararlı ışınları yeryüzüne ulaşarak cilt kanseri, katarakt gibi hastalıklara neden olur.

Karekod 3.11
Asit yağmurları

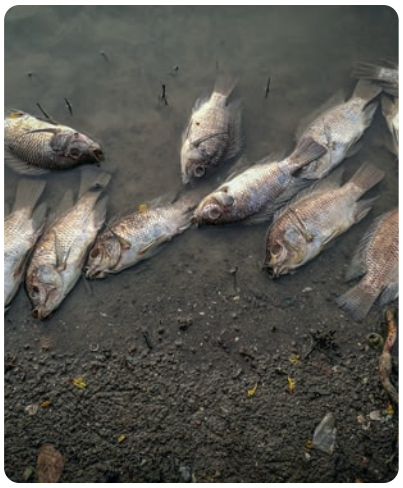
Asit Yağmurları

Egzozlardan, fabrika bacalarından, fosil yakıtlardan çıkan karbonmonoksit (CO), karbondioksit (CO_2), kükürt dioksit (SO_2) ve azot dioksit (NO_2) gibi asidik gazlar havaya yükselir. Asidik gazlar, su buharı ile tepkimeye girerek kuvvetli asitler olan nitrik asit (HNO_3) ve sülfürik aside (H_2SO_4) dönüşür. Atmosferde oluşan bu asitler, tüm canlılar için tehlikeli olabilir. Asitli su buharı (pH'ı 5,6'dan düşük olan); bulutlarla karışır, hava akımıyla kirlilik kaynağından çok uzaklara sürüklenebilir. Asitli su buharının kar ve yağmur olup yağması sonucunda asit yağmurları oluşur.

Asit yağmurları; toprağa, topraktan akarsulara, yer altı sularına ve göllere karışır. Asit yağmurları sonucu toprağın yapısı bozulur. Akarsular, doğal içme suyu kaynakları ve yeşil alanlar tahrip olur. Göl sularında asit ve metal tuzların yoğunluğunun artması göl ekosisteminin bu durumdan daha fazla etkilenmesine yol açar. Tatlısularda yaşayan balık türlerinin çoğu asit yağmuru sonucu oluşan pH değişikliğine dayanamaz ve ölür. Asit yağmurları; tatlısuda yaşayan balıklarda toplu ölümlere (Görsel 3.36), balık popülasyonunun yok olmasına neden olabilir. Asidin tahriş edici özelliği insanların solunum organları ile cilt ve gözde sağlık sorunlarına yol açabilir.

Asit yağmurları toprağa düştüğünde bazı metallerle tepkimeye girerek bu metallerin su kaynaklarına karışmasına neden olur. Özellikle alüminyum ve cıva gibi ağır metaller besin zincirine karışarak canlı dokularında birikir. İnsanlarda biyolojik birikimin fazla olması zehirlenmelere ve kansere yol açabilir. Asit yağmurlarından korunmak için bütün dünya ülkelerinin duyarlı olması ve bu konuda tedbir alması gerekir. Fosil yakıtlar yerine Güneş enerjisi, jeotermal enerji ve doğal gaz kullanımı tercih edilmelidir. Asit yağmurları; bitki, hayvan, insan gibi canlıların yanı sıra cansız maddeleri ve iklimleri de etkiler (Görsel 3.37, 3.38).

Asit yağmurlarının tarihî, sanatsal ve mimari yapıları tahrip edici ve bozucu etkisi vardır. Ülkemiz, dünyada eşine az rastlanan zengin bir kültür hazinesine sahiptir. Tarihî eserlerimizi her türlü tehlikeden korumak ve onların zarar görmesini engellemek, örnek olunması gereken bir vatandaşlık görevidir.



Görsel 3.36: Toplu balık ölümleri

Görsel 3.37: Tahrip olmuş tarihî eser

Görsel 3.38: Zarar görmüş orman

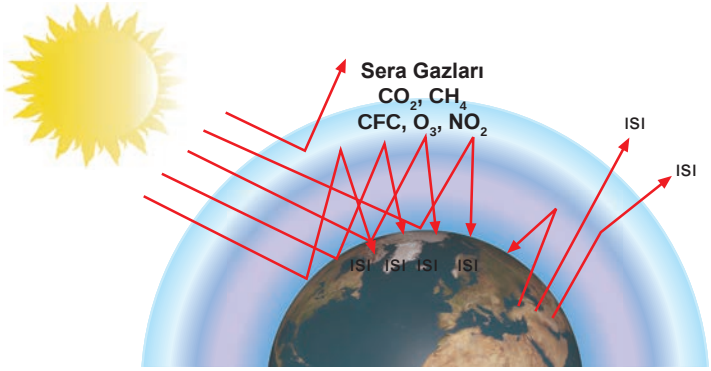
3. Küresel İklim Değişikliği

Dünyamız, canlıların yaşaması için uygun sıcaklık değerlerinde farklı ekosistemlere sahiptir. Çünkü ısı yalıtımını sağlayan bir atmosferi vardır. Havada bulunan karbondioksit, su buharı, ozon, azot oksitler, metan gibi gazlar; Güneş'ten gelen ve tekrar yeryüzünden atmosfere yansıyan ısıyı tutarak uygun sıcaklık değerlerinin ortaya çıkmasını sağlar. Bu doğal duruma **sera etkisi** denir. Bu tip gazlar atmosferde bulunmasaydı dünya sıcaklığı çok düşük değerlerde olurdu. Bu durum belki de canlıların yaşamasına imkân vermezdi.

Fosil yakıtların fazla kullanımı ve sanayi kuruluşlarından havaya salınan gazlar, atmosferde sera etkisi yaratan gazların birikmesine neden olur. Bu durum atmosferin sera etkisini artırır. Bunun sonucunda dünya sıcaklığı normal değerlerin üstüne çıkar (Görsel 3. 39).

Karekod 3.12
Küresel ısınma ve iklim değişikliği

Karekod 3.13
Küresel ısınma



Görsel 3.39: Sera etkisine neden olan gazlar

Atmosfer ve okyanuslarda ölçülen sıcaklık değerlerinin artışı **küresel ısınma** olarak adlandırılır. Sera etkisiyle ortaya çıkan küresel ısınma, küresel iklim değişikliklerine neden olur. İklim değişiklikleri nedeniyledünya üzerinde ortalama sıcaklıklar artar. Küresel iklim değişikliklerine bağlı olarak denizlerde su seviyesi artar. Küresel ısınmanın devam etmesi; bitki örtüsünün bozulmasına, buzulların erimesine, kıyı ekosistemlerinin bozulmasına ve bazı canlı türlerinin yaşam alanlarının yok olmasına neden olabilir. Kıyıların su altında kalması karasal alanların azalmasına da neden olur. Yüksek sıcaklık artışları nedeniyle göller ve akarsularda aşırı buharlaşma görülür. Buharlaşmanın artmasıyla su miktarının azalması; bazı bölgelerde şiddetli kuraklığa, aşırı yağış, sel ve toprak kaymasına yol açabilir. Kuraklık, çölleşmeyi de beraberinde getirir (Görsel 3.40 a, b, c). Bu durum canlı türlerinin azalmasına neden olur.

Görsel 3.40: Küresel iklim değişikliğine bağlı çevre sorunları a) Çölleşme, b) Buzulların erimesi, c) Sel baskını

Karekod 3.14
Denizler kirlenmesin

4. Su Kirliliği

Su, canlı yaşamı için vazgeçilmez bir gereksinimdir. Yeryüzünde içme ve kullanma suyunun miktarı sınırlıdır. Suların giderek kirlenmesi, canlı nüfusun artması temiz su kaynaklarını daha da önemli kılmaktadır. Küresel ısınma ve çevre kirliliği gibi sebeplerden su kaynakları her geçen gün azalmaktadır. Canlılığın devamı için var olan su kaynaklarının korunması ve temiz tutulması gerekmektedir.

Toprakta meydana gelen kirlilik, su kirliliğine de neden olmaktadır. Su kaynaklarına yakın olan kanalizasyon suları, fabrika ve petrol atıkları, evsel atıklar suları kirletmektedir (Görsel 3.41, 3.42). Ayrıca tarımsal ilaçlar ve gübreleme, madencilik ve nükleer atıklar, elektronik cihazlar ve pillerde bulunan ağır metallerin su ve toprağa bırakılması kirlilik sebepleridir.

Tarımda kullanılan gübrelerin, evsel ve endüstriyel atıkların su kaynaklarına karışması sudaki azot ve fosforun miktarını artırır. Bu durum su bitkileri ve alg türlerinin ortamda kontrolsüz bir şekilde çoğalmalarına neden olur. Su yüzeyi alglerle kaplandığından suyun üstü, yeşil renge döner. Bu da ışığın suyun alt kısımlarına ulaşmasını engeller. Alttaki bitkiler, fotosentez yapamaz hâle gelir. Mevsim süresince alg ve bitki ölümleriyle beraber sudaki organik madde miktarında artış gerçekleşir. Bu durum ayrıştırıcı bakterilerin artmasına neden olur. Bakterilerin faaliyetleri sırasında sudaki oksijen miktarı hızla azalır ve zehirli gazlar ortaya çıkar. Suda kokuşma olur ve su canlılar tarafından kullanılamaz hâle gelir. Bunun sonucunda sudaki birçok canlı türü yok olur ve besin zincirleri olumsuz etkilenir, biyolojik çeşitlilik azalır. Su kirliliğine de neden olan bu olaya **ötrofikasyon** denir (Görsel 3.43).

Görsel 3.41: Kanalizasyon atıklarıyla oluşan kirlilik

Görsel 3.42: Petrolle oluşan kirlilik

Görsel 3.43: Ötrofikasyon

İçme ve kullanma sularının çeşitli etkenlerle kirlenmesi insanlarda çeşitli hastalıklara sebep olur. Özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde bu sorunlar daha çok görülmektedir. Kolera, sarılık, tifo, ishal ve amipli dizanteri gibi hastalıklar atık ve kirli sulardan kaynaklanır. Kirli sularla bulaşan bu hastalıkların her biri insanlar için tehlikelidir ve bu hastalıklara karşı insanların önleyici tedbirler alması gerekmektedir.

5. Toprak Kirliliği

Karekod 3.15
Toprak kirliliği

Zararlı ve atık maddelerin toprağa karışması sonucu toprağın yapısının bozulmasına **toprak kirliliği** denir (Görsel 3.44 a, b, c). Birçok canlıya ev sahipliği yapan toprağa bırakılan kirleticiler, topraktan bitkilere geçer. Besin zinciri yoluyla insana kadar ulaşır. Toprağın temiz kalması, toprağa bağımlı yaşayan canlılar için oldukça önemlidir. Kirlenmiş topraklarda bitkiler yetişmez, toprağın içerisinde yaşayan milyonlarca canlı yaşamını yitirir. Ekosistemin devamlılığı için bu canlıların her biri ayrı öneme sahiptir. Evsel, endüstriyel ve radyoaktif atıklar; iş yeri, hastane ve şehir kanalizasyon atıkları; araçların egzoz gazları ve fabrika bacalarından çıkan gazlar toprak kirliliğine yol açar. Aynı zamanda asit yağmurları ve su kirliliği, toprak kirliliğine neden olurken toprak kirliliği de yer altı sularının kirlenmesine neden olur.

Görsel 3.44: Toprak kirliliği a,b) Evsel atık, c) Tarımsal ilaçlama

Toprak kirliliğini önlemede kullanılan en önemli uygulamalardan biri, geri dönüştürülebilir atık maddeleri geri dönüşüme kazandırmaktır. Verimli topraklar korunmalı, yeşil alanlar artırılmalıdır. Evsel ve endüstriyel atıklar, toprağa zarar veremeyecek şekilde toplanıp imha edilmelidir.Tarım ilaçlarının yanlış kullanımı önlenmeli, sanayi atıkları arıtılmadan toprağa verilmemeli ve nükleer enerji santrallerinin kurulumu toprağa zarar vermeyecek şekilde planlanmalıdır.

Lağım suları ile kirlenmiş topraktan insanlara kolera, tifo, amipli dizanteri gibi hastalıklar bulaşır. Kimyasal ve radyoaktif kirlilik sonucu topraktan ağır metaller, radyoaktif maddeler ve zehirli atıklar insanlara toprakla veya besin yoluyla geçebilir. Bunlar zehirlenmeye ve alerji, kanser gibi hastalıklara neden olur.

6. Radyoaktif Kirlilik

Bazı radyoaktif maddeler, atom çekirdeği parçalandığı zaman çevreye alfa, beta ve gama ışınlarını yayar. Duyu organları ile algılanamayan bu zararlı ışınlara **radyasyon** denir. Radyasyon kaynakları; Uzay ve Güneş'ten gelen kozmik ışınlar ile yer kabuğunda bulunan uranyum, toryum gibi radyoizotoplar, tıbbi amaçla kullanılan X ışını cihazları, nükleer santraller, televizyon, bilgisayar, mikrodalga fırın, cep telefonu vb. dir (Görsel 3.45). Radyasyon, canlılarda gen mutasyonlarına, kansere, sakat doğumlara ve doku hasarlarına yol açabilir.

Görsel 3.45: Radyoaktif kirlilik

BİLGİ KUTUSU

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı 1986 yılında yürürlüğe giren "Gürültü Kontrol Yönetmeliği"ni hazırlamıştır. Amacı kişilerin huzur ve sükûnunu, beden ve ruh sağlığını korumak olan bu yönetmelikte gürültünün tanımı yapılmış; konut, hastaneler, okul, otel, pansiyon, dinlenme tesisleri, dinlenme parkları, mezarlık gibi mekânlar sesten korunması gereken binalar kapsamına alınmıştır.

Radyasyonun canlılar üzerindeki etkisi; cins, yaş ve organlara göre ayrıca radyasyonun şiddetine, maruz kalınan süreye ve ışınların türüne göre değişmektedir. Özellikle göz, en fazla etkilenen organdır. Radyasyon; görme zayıflığına, katarakta ve göz uyumunun yavaşlamasına sebep olmaktadır. DNA moleküllerinde kalıcı hasara yol açarak hayati tehlike oluşturabilir. Cilt, kemik iliği, bağırsak hücreleri gibi hızlı bölünen hücreler radyoaktif ışımaya karşı daha da hassastır. Bu da cilt, akciğer ve tiroit kanseri görülme riskini artırır. Özellikle hamilelerin ve bebeklerin radyasyondan olabildiğince korunması gereklidir.

Radyasyonun zararları genellikle zamanla ortaya çıkan bir etki olup ani etki ancak atom bombalarının yol açtığı ölümler ve yüksek radyasyondaki yanmalar şeklinde kendini göstermektedir.

İnsanlar, günlük hayatta sürekli radyasyonla iç içe yaşamaktadır. Telefonlar, çalar saatler, elektrikli ev aletleri, elektromanyetik radyasyon yaymaktadır. Radyasyondan daha fazla etkilenmemek için telefonla uzun süreli konuşma yapmamak ve telefonları başucundan uzak yerde bulundurmak gerekir. Yatak odalarında bilgisayar ve televizyon bulundurmamak, kullanılmadığı zamanlarda elektrikli aletlerin fişini çekmek bu aletlerin çevreye yaydığı elektromanyetik radyasyonun etkilerini azaltacaktır.

7. Ses Kirliliği

Görsel 3.46: Ses kirliliğine neden olan uçak

İnsanlar üzerinde olumsuz etki yapan ve belirli bir ses şiddetinin üzerinde olan, istenmeyen seslere **gürültü veya ses kirliliği** denir. Ses kirliliğini; bazen bir insan sesi, bazen bir ev eşyası, bazen de otomobilden gelen rahatsız edici bir ses oluşturabilir. Genellikle trafik gürültüsü, sanayi tesisleri, inşaat faaliyetleri, yüksek sesli müzik aletleri ile kara, hava (Görsel 3.46), deniz ve demiryolu araçları gibi ulaşım araçları ses kirliliğine neden olmaktadır. Ses kirliliği, insanlar üzerinde fizyolojik ve psikolojik etkilere sebep olur. Kalıcı işitme kayıpları, yüksek tansiyon, solunum rahatsızlıkları, sinirlilik, stres, uyku düzensizliği, yorgunluk ve zihinsel performansta yavaşlama ses kirliliğinin insanlar üzerindeki etkileridir.

Sanayi bölgeleri ve hava alanları gibi yerleri şehirden uzakta kurmak, kamuoyuna açık yerlerde yüksek sesle müzik çalınmasını önlemek, akustik teknolojiye göre şehir planlaması yapmak, iş yerlerinde ses seviyesini düşürecek önlemler almak, binalarda ses yalıtımları yapmak, insanları toplu taşıma araçlarını kullanmaya teşvik etmek ses kirliliğini önleyici tedbirlerdir.

8. Erozyon

Görsel 3.47: Erozyon

Erozyon, önemli çevre sorunlarından biridir. Toprağın verimli üst tabakasının akarsular, rüzgâr, deniz, buzul gibi çeşitli dış kuvvetlerin etkisiyle aşındırılıp zamanla bulunduğu yerden taşınması ve sürüklenmesi olayına **erozyon** denir (Görsel 3.47). Arazinin eğimli olması, bitki örtüsünün tahrip edilmiş olması ve tarım alanlarının yanlış kullanılması erozyon riskini artırır. Her yıl milyonlarca ton toprak, yeryüzünden kopup deniz ve göllere sürüklenmektedir. Erozyon sonucunda toprağın verimli kısmı kaybolur. Toprak kaybının fazla olması, su kaybını da beraberinde getirir.

Verimli toprak katmanlarını kaybeden arazilerde çölleşme başlar. Çölleşen topraklarda yağmur suları tutulup depolanamaz. Tarım alanlarının verimi azalır. Bu durum, toplumsal sorunların artmasına neden olur. Erozyonu önlemek için arazinin engebeli ve eğimli olması durumunda suyun yüzeysel akışını denetlemek için teraslama yapılmalı, tarımda kullanılan eğimli arazilerde toprak eğime dik sürülmelidir. Yanlış sulama, yanlış ekim ve toprak işleme yöntemleri önlenmelidir. Mevcut bitki örtüsü korunmalı ve ağaçlandırma kampanyalarına daha fazla önem verilmelidir. Ormanların bilinçsizce tahrip edilmesi önlenmelidir. Orman yangınları ve başka nedenlerle zarar görmüş çıplak arazilerde ağaçlandırma yapılmalıdır.

9. Doğal Hayat Alanlarının Tahribi

Doğal yaşam alanlarında canlı yaşamı, iç içe geçmiş birliktelikler oluşturur. Bitki ve hayvanların oluşturduğu bu hayat birliği **yaban hayatı** olarak adlandırılır. İnsanoğlu doğal yaşam alanlarına her türlü müdahalede bulunabilmekte, diğer canlılardan farklı olarak doğadaki birçok şeyi istediği gibi kullanabilmektedir. Ekosistemler, yaban hayatı için doğal yaşam alanıdır. Artan insan nüfusu, sanayileşme ve gelişen teknoloji sonucu yeryüzündeki ekosistemlerin neredeyse tamamı tehdit altındadır. Tarım ilaçlarının yaygın ve yanlış kullanımı, sulak alanların kurutulması, aşırı avlanma, plansız yapılaşma; verimli tarım arazilerinin, ormanlık alanların, sulak alanların geri dönüşsüz yok olmasına neden olmaktadır. Tüm bunların yanında yol yapım çalışmaları, baraj yapımı, orman yangınları vb. olaylar yaban hayvanlarının doğal yaşam ortamını olumsuz etkilemektedir (Görsel 3.48 a, b, c). Bitki ve hayvanların yaşamlarını sürdürmek için gereksinim duydukları havanın, suyun ve toprağın tahrip edilmesi, kirlenmesi; birçok canlı türü sayısının azalmasına hatta nesillerinin yok olmasına neden olmaktadır.

Görsel 3.48: Doğal hayat alanlarının tahribine neden olan a) Baraj yapımı, b) Yol yapımı, c) Tahliye kanalları

Doğa kendi kendini yenileyebilir. İnsan kaynaklı faktörlerin dışında doğal afetler, canlılar arasındaki av avcı ilişkileri, iklim değişiklikleri gibi etkilerden kaynaklanan doğal dengesizlikleri ekosistemler zaman içinde dengeler. İnsanın uzun yıllar doğadaki tüm maddeleri tükenmez bir kaynak olarak görmesi, doğayı bilinçsizce kullanmasına neden olmuştur. Bu bilinçsiz kullanım doğanın kendini yenileme özelliğini azaltmış, yaban hayatını da olumsuz etkilemiştir.

Görsel 3.49: Orman yangını

10. Orman Yangınları

Ormanlar, biyolojik çeşitliliğin fazla olduğu alanlardır. Ormanlık alanların bir kısmı yıldırım düşmesi, yanardağ patlaması ve yüksek sıcaklık gibi doğal sebeplerden; bir kısmı da insan kaynaklı olarak ihmal, dikkatsizlik ve kaza sonucu çıkan yangınlardan dolayı yok olur. Ormanlara atılan cam kırıkları bir mercek gibi Güneş ışınlarını çekerek kuru yaprakların, otların tutuşmasına sebep olur. Ormanların yanması burada yaşayan canlıların yaşam ortamının bozulmasına veya canlıların yok olmasına neden olur. Bitkiler; fotosentezle havada karbondioksit birikmesini önler, canlıların ihtiyaç duyduğu oksijenin önemli bir kısmını oluşturur. Ormanların iklim üzerinde önemli etkisi vardır. Yangın sonucu bitkilerin yok olması, oksijen-karbondioksit dengesinin bozulmasına sebep olur. Ağaçlar, kökleriyle toprağı korur ve erozyonu önler. Orman yangınları (Görsel 3.49) hava kirliliğine, toprağın ve suların kirlenmesine, ekolojik dengenin bozulmasına neden olur.

Orman yangınlarının önlenmesi için insanlar bilinçlendirilmeli, doğa sevgisi aşılanmalıdır. Ormanlık alanlarda ateş, ormana yakın tarlalarda anız ve kuru otlar yakılmamalıdır. Yangına müdahale etmek için orman içi yollar ve söndürme hatları yapılmalıdır. Ülkemizde orman yangınlarının yaklaşık %97'si yaz aylarında çıkmaktadır.

ETKİNLİK

Araç Gereç

- Kâğıt, kalem, bilgisayar.

Etkinlik No. : 3.5

Etkinliğin Adı: Güncel çevre sorunlarının sebepleri ve olası sonuçları

Etkinliğin Amacı: Güncel çevre sorunlarının sebepleri ve olası sonuçlarını değerlendirmek.

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Uygulama

- Sınıfta dörder kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görevleri paylaşınız ve yardımlaşarak çalışınız.
- Çevrenizde gözlemlediğiniz güncel çevre sorunlarını tespit edip olası sonuçlarını değerlendiriniz ve rapor hâline getiriniz.

Sonuçlandırma

1. Elde ettiğiniz verileri değerlendirip diğer arkadaşlarınızın verileriyle karşılaştırınız.

2. Günlük hayatınızda gözlemlediğiniz çevre sorunlarının sebep olduğu hastalıklar nelerdir?

.....

.....

OKUMA PARÇASI

KUTUP AYILARININ EVLERİNE NE OLUYOR?

Kalın bir buz kütlesinden oluşan Kuzey Buz Denizi'ndeki buzullar büyük bir hızla eriyor. Öyle ki bu buzullar tamamen yok olma tehlikesiyle karşı karşıya. Buzullardaki erimeler şüphesiz ki oradaki canlıları doğrudan etkiliyor. Örneğin kutup ayıları, ince buzullar üzerinde avlanırken çok zorlanıyor.

Denizlerde oluşan buz tabakaları, parlak bir yüzeye sahip oldukları için Güneş ışınlarının büyük bir kısmını uzaya geri yansıtır ve böylece gezegenimizin serin kalmasını sağlar. Bu sebeple Kuzey Kutbu'nda yaşanacak büyük bir miktarda erime; sıcaklık dengelerini bozacak, iklimleri ve tarım alanlarını kısaca yaşamımızı derinden etkileyecektir.

Kuzey Kutbu'ndaki erimenin bir diğer etkisi de metan gazının salınması olacaktır. Kutuplardaki buzulların erimesiyle kıyı açıklarındaki donmuş topraklar ısınacak ve metan gazı yaymaya başlayacaktır. Kuzey Kutbu'nun Doğu Sibirya tarafında kalan kısımlarının altında çok büyük miktarda (yaklaşık 50 milyar ton) metan rezervi bulunmaktadır. Kuzey Kutbu'ndaki erimenin önüne geçilemezse ısınmaya bağlı olarak bu metan gazı yayılmaya başlayacak ve sera etkisi yaparak küresel ısınmayı hızlandıracaktır.

Ayrıca buzulların ortadan kalkması ile Dünya'nın ikliminin yanı sıra okyanus sularının asitliği ve okyanus akıntılarının yönleri gibi pek çok şey de değişecek. Dolayısıyla erimenin toplam maliyeti bir hayli yüksek olacak.

Bugün pek çok araştırma grubu Kuzey Buz Denizi'ndeki erimenin ve bu erimenin neden olacağı geleceğimizi tehdit eden değişikliklerin önüne nasıl geçilebileceği üzerine çalışmalar yapıyor. Fakat Kuzey Kutbu'nda bir kara parçası olmadığı için burada araştırmalar yapmak için bir istasyon kurmak çok zor. Bu nedenle Kuzey Kutbu ile ilgili araştırmalar çoğunlukla uydular ile elde edilen veriler kullanılarak yapılıyor. Avrupa Uzay Ajansı (ESA), Kuzey Buz Denizi'ndeki buzulları incelemek için **CryoSat** adı verilen bir program kullanıyor. Sonuçlar Kuzey Buz Denizi'ndeki buzulların hem kalınlığının hem de kapladığı alanın önemli ölçüde azaldığını gösteriyor. Bu değişikliklerin doğal bir sonucu olarak deniz seviyesi de yükseliyor. Araştırmalara göre erimelerin neden olduğu deniz seviyesi yükselişi, 1990'lı yıllarda 0,27 mm iken son yıllarda 0,95 mm'ye kadar ulaştı.

Uydu görüntüleri de yaşanan olumsuz değişikliklerin boyutlarını gözler önüne seriyor. Ulusal Kar ve Buz Veri Merkezi'nin National Snow and Ice Data Center (neyşınıl snov end ays data sentır, NSIDC) NASA'dan elde ettiği verileri kullanarak hazırladığı video 1980-2012 yılları arasında Kuzey Kutbu'nda meydana gelen erimeyi gösteriyor.

(Düzenlenmiştir.)
http://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/kutup-ayilarinin-evlerine-ne-oluyor.

3.2.2. ÇEVRE SORUNLARININ ORTAYA ÇIKMASINDA BİREYLERİN ROLÜ

Ekolojik Ayak İzi

İnsanların günlük yaşantıları sırasında tüketilen doğal kaynakların yeniden üretimi ve oluşan atıkların geri kazanımı için belli bir miktar verimli toprak ve suya ihtiyaç vardır. İnsanların üretim ve tüketim faaliyetleri sonucu kullandığı enerjinin, kaynakların ve ham maddenin yeniden üretilmesi ve oluşturulan atıkların etkisiz hâle getirilmesi için gerekli olan toprak ve su alanı miktarının ölçümüne **ekolojik ayak izi** denir. Ekolojik ayak izi; doğal kaynaklar ve ekosistem üzerinde belirli bir nüfusun doğaya yükünü hesaplamak amacıyla oluşmuş bir yöntemdir.

Doğal kaynakların tükenmemesi ve sürdürülebilir bir kalkınmanın sağlanabilmesi için bireylerin ekolojik ayak izlerinin bilincinde olması gerekir. Ekolojik ayak izini küçültmek için fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmalıdır. Enerji ve gıda israfını önlemek gerekir. Daha az elektrik, kâğıt, su kullanmaya özen gösterilmelidir.

BİLİYOR MUSUNUZ?

Bir bireyin oluşturduğu ekolojik ayak izi hesaplanabildiği gibi ülkeler, kentler, aileler için ve bir ürün için de ekolojik ayak izi hesaplanabilir. Örneğin 1 ekmek üretmek için önce belli bir alana buğday ekimi yapılmalıdır. Buğdayın ekileceği alan ekolojik ayak izinin bir parçasıdır. Buğdayın ekimi, hasadı ve tarladan değirmene taşınması için enerji harcanır. Harcanan enerjiye bağlı olarak ortama karbondioksit salınımı gerçekleşir. Karbondioksidin bitkiler tarafından absorbe edilmesi için belirli bir alan gerekir. Bu alan ekolojik ayak izine dâhildir. Buğdayın değirmende öğütülüp un hâline getirilmesi, unun fırına taşınması, ekmek yapılması ve tüketiciye ulaşıncaya kadar harcanan enerjiye bağlı olarak atmosfere bırakılan karbondioksidi absorbe etmek için bir alan gereklidir. Tüm bu alanlar tarladaki buğdayın ekmek olarak tüketiciye ulaşıncaya kadar ki ekolojik ayak izini oluşturur.

SIRA SİZDE

Ekolojik Ayak İzi

Yapılan araştırmalar ekolojik ayak izi büyüklüğünün toplumların gelişmişlik düzeyine göre değiştiğini göstermektedir. Ekolojik ayak izi büyüklüğü; gelişmiş ülkelerde ortalamanın üzerinde, geri kalmış ülkelerde ise ortalamanın altındadır.

1. Türkiye'nin ekolojik ayak izi raporunu inceleyiniz.

2. İki ülke seçip bu ülkelerin ekolojik ayak izi büyüklüklerini tahmini olarak kıyaslayıp nedenlerini araştırınız.

EKOLOJİK AYAK İZİNİZİ HESAPLAYIN

Ekolojik ayak izinizi hesaplamak için aşağıda yer alan sorularda size en uygun olan seçeneği işaretleyiniz. Cevaplarınızı değerlendirmek için işaretlediğiniz seçeneklerin toplam puanını 16'ya bölünüz. Elde ettiğiniz sonuç şu anki alışkanlıklarınızla kaç tane dünyaya ihtiyacınız olduğunu gösterecektir.

Puanlama: A=1 puan, B=2 puan, C=3 puan, D=4 puan

1. Bitkisel besinleri (tahıl, meyve, sebze) hangi sıklıkta tüketiyorsunuz?

   A) Nadiren (her gün az miktarda)

   B) Bazen (her öğünde bir miktar)

   C) Sık sık (her öğünün yarısında)

   D) Çok sık (vejeteryan)

2. Hangi sıklıkta tavuk eti tüketiyorsunuz?

   A) Nadiren (haftada bir kez)

   B) Bazen (neredeyse her gün)

   C) Sık sık (günde bir veya iki kez)

   D) Çok sık (her öğünde)

3. Hangi sıklıkta kırmızı et tüketiyorsunuz?

   A) Nadiren (haftada bir kez)

   B) Bazen (neredeyse her gün)

   C) Sık sık (günde bir veya iki kez)

   D) Çok sık (her öğünde)

4. Hangi sıklıkta balık eti tüketiyorsunuz?

   A) Nadiren (haftada bir kez)

   B) Bazen (neredeyse her gün)

   C) Sık sık (günde bir veya iki kez)

   D) Çok sık (her öğünde)

5. Hangi sıklıkta süt, süt ürünleri ve yumurta tüketiyorsunuz?

   A) Nadiren (haftada 2-3 defa)

   B) Bazen (günde bir defa)

   C) Sık sık (günde 2 defa)

   D) Çok sık (günde 3 defa veya daha fazla)

6. Evinizin bakımı ve temizliği için ne kadar para harcıyorsunuz?

   A) 140 TL'den az

   B) 140-180 TL

   C) 180-220 TL

   D) 220-260 TL

7. Giyim için aylık ne kadar para harcıyorsunuz?

   A) 100 TL'den az

   B) 140-180 TL

   C) 180-220 TL

   D) 220-300 TL

8. Sanatsal ve kültürel faaliyetler için aylık ne kadar para harcıyorsunuz?

   A) 100 TL'den az

   B) 130-150 TL

   C) 155-200TL

   D) 200 TL'den daha fazla

9. Evinizde kaç kişi yaşıyor?

A) 1-3

B) 3-6

C) 6-9

D) 9 ve üstü

10. Isınmak için ne tür bir yakıt kullanıyorsunuz?

A) Doğal gaz

B) Odun

C) Kömür

D) Mazot/akaryakıt

11. Kullandığınız enerjinin ne kadarı yenilenebilir enerji kaynaklarından oluşuyor?

A) %75'ten fazlası

B) %50-%25 arası

C) %25-%10 arası

D) %10'dan azı

12. Yaşadığınız konutun büyüklüğü ne kadardır?

A) 60 m^2'den az

B) 80-95 m^2

C) 95-130 m^2

D) 150 m^2'den fazla

13. Ne çeşit bir araç kullanıyorsunuz?

A) Bir araç kullanmıyorum.

B) Motosiklet kullanıyorum.

C) 2 kapılı bir araç kullanıyorum.

D) 4 kapılı bir araç kullanıyorum.

14. Araçla haftada kaç km yol gidiyorsunuz?

A) Araç kullanmıyorum.

B) 1-25 km

C) 26-50 km

D) 51-100 km veya daha fazla

15. Tren ile bir yılda kaç km yol gidiyorsunuz?

A) 1-75 km

B) 76-150 km

C) 151-250 km

D) 250 km'den fazla

16. Uçakla bir yılda kaç saat yol gidiyorsunuz?

A) İki saatten az

B) 2-4 saat

C) 4-6 saat

D) 6 saatten fazla

(Düzenlenmiştir).

http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/ekolojik-ayak-izinizi-hesaplayin/6651#ad-image-0

Sonuç

Bütün cevapları C işaretleyen bir kişi, bu yaşam koşullarını devam ettirebilmek için 3 tane gezegene ihtiyaç duyacaktır.

İnsanoğlu eğer böyle devam ederse 2030 yılında **2** gezegene, 2050 yılında ise **2,8** gezegene daha ihtiyaç duyacaktır.

OKUMA PARÇASI

EKOLOJİK EV

Hızlı nüfus artışı ve kentleşme çeşitli çevre sorunlarını beraberinde getirmekte, doğal kaynaklar hızla tükenmektedir. Doğaya zarar vermeden yaşam alanları kurmak için geliştirilen çözümlerden biri de ekolojik ev fikridir.

Ekolojik evler; çevre dostu, doğaya zarar vermeden tüm enerji ve su ihtiyacını doğal yollarla karşılayan enerji tasarruflu evlerdir. Ekolojik evlerde güneş enerjisinden, rüzgâr enerjisinden faydalanarak elektrik enerjisi üretilir. Bu amaçla rüzgâr türbini, güneş paneli kurularak evin ihtiyacı olan elektrik, ısınma gibi ihtiyaçları yenilenebilir kaynaklardan elde edilir. Doğaya uygun malzemelerle yalıtım yapılır.

Küresel ısınma sonucu karşılaşılan sorunlardan biri de su kaynaklarının azalmasıdır. Ekolojik evlerde, yağmur sularını depolayacak sistemler kurulur.

EKOLOJİK EVLERİN ORTAK ÖZELLİKLERİ

Karbon salınımı ve buna bağlı karbon ayak izini minimuma indirmek amacıyla kurulan ekolojik evlerin ortak özellikleri çevre dostu olmalarıdır. Bu evlerin yapımı için inşaat sırasında çevreye, doğal ortama zarar vermeyecek şekilde planlama yapılır. İnşaat ve yalıtım malzemeleri doğaya ve insan sağlığına zararlı kanserojen malzemeler arasından seçilmez. Evin yapımında doğal kil, taş, kireç, ahşap, cam, kâğıt ve pamuk atıklardan yapılan karton panolar kullanılır. Kullanılan malzemeler ve ev eşyaları geri dönüşümlü malzemelerden seçilir. Isıtma, aydınlatma ve soğutma için güneş, rüzgâr ve jeotermal kolektörleri kullanılır. Yağmur ve evsel atık sularını geri dönüştürmek için depo ve arıtma sistemi kurulur. Tuvalet giderlerinde veya bahçe sulamada suyun bir kısmı tekrar kullanılabilmektedir.

(Düzenlenmiştir.)

http://www.bugday.org/portal/haber_detay.php?hid=189

Tablo 3.2 : Evlerde Kullanılan Elektrikli Aletlerin Karbon Ayak İzi

Evlerde Kullanılan Elektrikli Aletlerin 1 Saatlik Karbon Ayak İzi	
100 wattlık ampul	43 g
100 wattlık tasarruflu ampul	4.3 g
LCD TV	34 g
Ütü	860 g
Saç kurutma makinesi	774 g
Split klima (Isıtma)	690 g
Split klima (Soğutma)	782 g
A sınıfı no frost buzdolabı	25 g
A sınıfı çamaşır makinesi	450 g
A sınıfı bulaşık makinesi	495 g
2200 watt elektrikli süpürge	1012 g

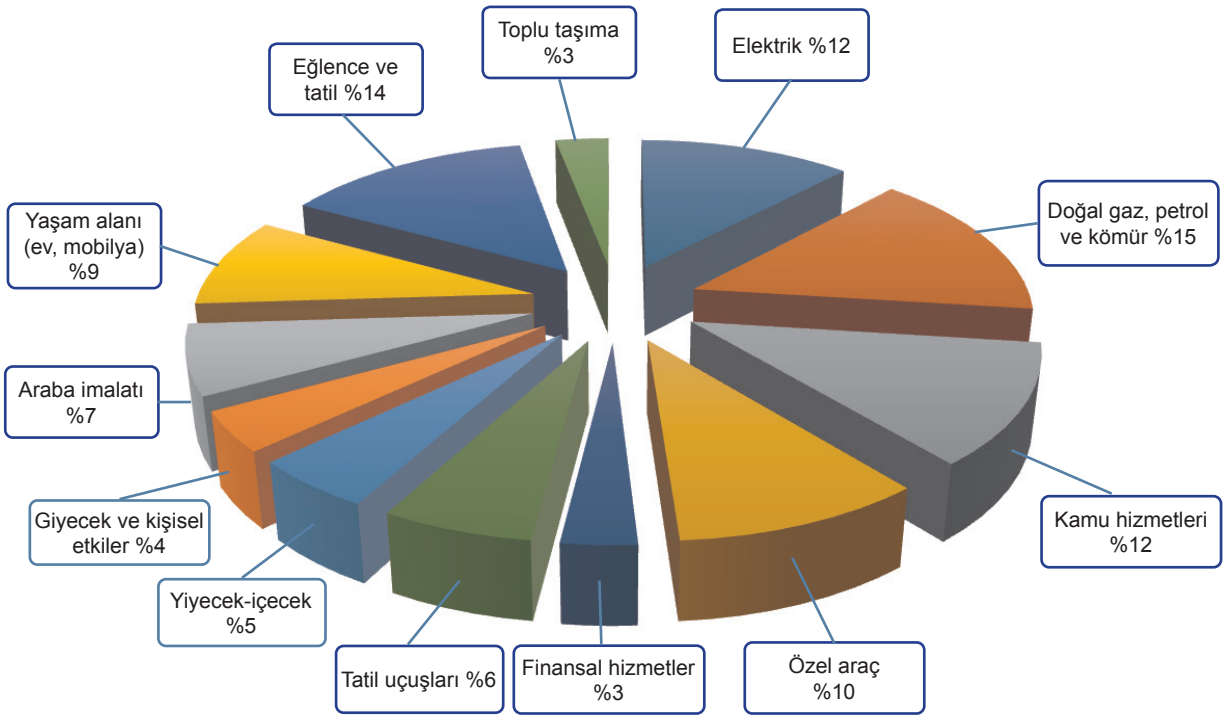
Karbon Ayak İzi

Yeryüzünde yaşayan her birey; ulaşım, barınma, beslenme, elektrik tüketimi gibi faaliyetler, satın aldığı ve kullandığı ürünlerle atmosferde karbondioksit salınımına neden olur (Tablo 3.2). Bu tür etkinlikler sonucu atmosfere salınan karbondioksit miktarının tamamı, canlıların karbon ayak izini oluşturur. Karbon ayak izi genellikle ton, kg ya da g olarak ifade edilir ve bir yıllık zaman dilimi için hesaplanır (Görsel 3.50). Karbon ayak izi ölçülürken diğer sera gazlarının miktarı da dikkate alınır.

Karbon ayak izi, birincil ayak izi ve ikincil ayak izi olarak iki ana parçadan oluşur. Birincil ayak izi; evsel enerji tüketimi, ulaşım ve fosil yakıtların yanmasıyla ortaya çıkan karbondioksit oranının ölçüsüdür. İkincil ayak izi ise kişilerin günlük yaşantısında kullandığı ürünlerin imalatından bozulmasına kadar olan süreçteki dolaylı karbondioksit oranının ölçüsüdür.

Plastik poşet ve şişe kullanımını azaltmak, ambalajlanmış veya uzak mesafelerden gelen yiyecek ve içeceklerin israfını önlemek, mümkün olduğunca ulaşımda toplu taşıma araçlarını tercih etmek ve fabrika bacalarına filtre takmak atmosfere salınan karbondioksit miktarını azaltacaktır.

Güneş ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir enerji kullanmak, aydınlatmada tasarruflu ampulleri tercih etmek, binalara yalıtım yapmak, enerji tüketimini azaltacaktır. Evsel atıkların ve fabrika atıklarının geri dönüşüme kazandırılması, ham madde elde etmek için harcanan enerjiden tasarruf sağlayacaktır. Ağaçların fotosentez yaparken atmosferdeki karbondioksidi kullanması, yeşil alanların korunması ve ağaçlandırma çalışmalarının artırılması karbon ayak izinin küçülmesini sağlayacaktır.



Görsel 3.50: Bir kişinin bir yıllık ortalama karbon ayak izini oluşturan unsurlar

ETKİNLİK

Etkinlik No. : 3.6

Etkinliğin Adı: Karbon ayak izi ile ilgili uygulamalar

Etkinliğin Amacı: Karbon ayak izini hesaplamak.

Etkinliğin Süresi: Sunum ve tartışma için verilen süre 1 ders saati

Araç Gereç

- Kendi belirlediğiniz araç gereci kulanınız.

Uygulama

- Aşağıda verilen linkteki soruları cevaplayınız.
- http://sanayideverimlienerji.com/hesaplamalar/bireysel-karbon-ayak-izi-hesaplamasi/1
- Karbon ayak izinizi hesaplayınız.

Sonuçlandırma

1. Çıkan sonuçlara bakarak yıllık karbon salınımınızı ve bunu dengelemek için bu yıl dikmeniz gereken fidan sayısını sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. Basit kişisel önlemlerle karbon ayak izimizi azaltmak mümkündür. Bu konuda neler yapılabileceğini araştırıp sınıfta paylaşınız.

Su Ayak İzi

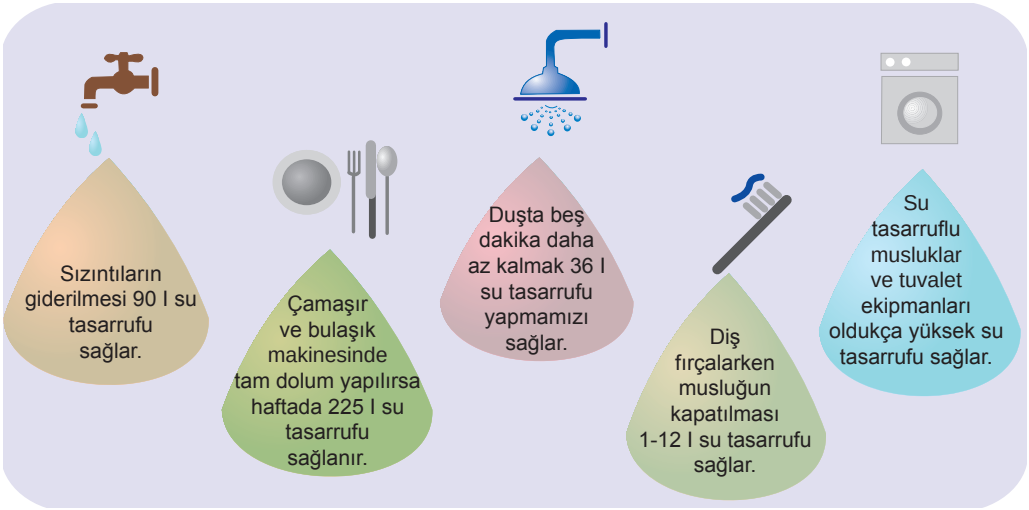
Su ayak izi birim zamanda kullanılan (buharlaşma dâhil) ya da kirletilen su miktarı ile ölçülmektedir. Bir bireyin, toplumun ya da kurumun su ayak izi; bireyin veya toplumun tükettiği malların ve hizmetlerin üretimi için kullanılan veya üreticinin mal ve hizmet üretimi için kullandığı toplam temiz su kaynaklarının miktarıdır. Tüketilen her mal ve hizmetin imalatından tüketimine kadar harcanan suyun miktarını saptama bakımından önemli bir araçtır.

Su ayak izinin yeşil, mavi ve gri olmak üzere üç bileşeni vardır (Görsel 3.51). Yeşil ve mavi renkler su tüketimini, gri su ise su üzerindeki kirliliği anlatır.Türkiye'de içme ve kullanma amacıyla günlük kişi başına düşen ortalama su miktarı 216 litredir. Mal ve hizmetler aracılığıyla tüketilen su miktarı ise kişi başı günlük 5.416 litredir. "Mal ve hizmetler aracılığıyla tüketilen su miktarı" bir malın tüketiciye varana kadar geçirdiği tüm süreçlerde kullanılan su miktarını ifade eder.

Örneğin bir fincan sade kahvenin son kullanıcıya kadar geçirdiği süreçler şöyle tanımlanabilir: Kahve bitkisinin ekilmesi, yetiştirilmesi, ürünün toplanması, işlenmesi, nakliyesi, kahve çekirdeklerinin paketlenmesi, kahvenin satılması ve pişirilip fincana konulması gibi işlemler için gereken su miktarı yaklaşık 140 litredir. Bu kahve, kâğıt bardakta süt ve şeker eklenerek tüketildiğinde ise harcanan su miktarı 208 litreye çıkmaktadır.

Görsel 3.51: Su ayak izi bileşenleri

Su ayak izinin azaltılması için bireyler, küçük değişikliklerle büyük farklar yaratmak için bazı alışkanlıkları benimsemelidir. Sürdürülebilir üretim süreçleriyle üretilen sertifikalı ürünleri tercih ederek ve evsel su kullanımında su tasarrufunu bir alışkanlık hâline getirerek su ayak izini azaltmada önemli adımlar atılabilir (Görsel 3.52). Daha fazla bilgi edinmek için *http://www.wwf.org.tr/?3540* ve http://tucev.org/dosyalar/files/su-tasarruffu-20-07-2017.pdf adreslerini ziyaret ediniz.



Görsel 3.52: Bir aylık kullanımda su tasarrufu

ETKİNLİK

Araç Gereç

- Kendi belirlediğiniz araç gereci kulanınız.

Etkinlik No. : 3.7

Etkinliğin Adı: Su ayak izi ile ilgili uygulamalar

Etkinliğin Amacı: Su ayak izini hesaplamak.

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Uygulama

- Aşağıda verilen linkteki soruları cevaplayınız.

  http://www.gtecarbon.com/water-footprint-calculator/index.php?language=tr

- Su ayak izinizi hesaplayınız.

Sonuçlandırma

1. Çıkan sonuçlara bakarak yıllık kirlettiğiniz su miktarını ve bu su kaynaklarının temizlenmesi için yapılması gereken çalışmaları sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

ETKİNLİK

Etkinlik No. : 3.8

Araç Gereç

- Kendi belirlediğiniz araç gereci kulanınız.

Etkinliğin Adı: Ekolojik ayak izi, su ayak izi ve karbon ayak izini küçültmek için çözüm önerileri

Etkinliğin Amacı: Ekolojik ayak izi, su ayak izi ve karbon ayak izini küçültmek için çözüm önerileri geliştirilmesini sağlamak.

Etkinliğin Süresi: Sunum ve tartışma için verilen süre 1 ders saati

Uygulama

- Sınıfta dörder kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görevleri paylaşınız ve yardımlaşarak çalışınız.
- Hazırladığınız çözüm önerilerini bir sunu hâline getiriniz.

Sonuçlandırma

1. Hazırladığınız çözüm önerileri ile ilgili sunuyu sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. Ekolojik ayak izi, su ayak izi ve karbon ayak izinin küçülmesiyle gelecek nesillerin yaşam kalitesi arasındaki bağlantıyı açıklayınız.

3. Hazırladığınız çözüm önerilerini diğer arkadaşlarınızın hazırladığı çözüm önerileri ile karşılaştırınız.

3.2.3. YEREL VE KÜRESEL BAĞLAMDA ÇEVRE KİRLİLİĞİNİN ÖNLENMESİNE YÖNELİK ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Normal koşullarda doğa ekolojik olarak dengededir. Her tür canlının evi olan doğal çevre, insanların onu bilinçsiz bir şekilde kullanmasıyla bozulmaktadır. Son 50 yılda ortaya çıkan çevre sorunları ve çevrede oluşan tahribat ciddi boyutlardadır. Her canlı, temiz bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. İnsanoğlu yaşanacak başka bir dünya olmadığının farkına varmakta, bu nedenle insanlarda çevre koruma bilinci gelişmekte, ülkeler bu konuda yerel çapta ve dünya çapında önlemler almaktadır. Yerel ve küresel bağlamda çevre kirliliğini önlemek için yapılan bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Paris İklim Anlaşması: Ülkemiz tarafından da imzalanan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi çerçevesinde sera gazları salınımını azaltmaya yönelik önlemleri içeren bir anlaşmadır.

Paris Anlaşması çerçevesinde verilen taahhütler, dünyanın en büyük sekiz ekonomisi tarafından tedarik edilen yenilenebilir enerji miktarının önümüzdeki 15 yıl içinde iki misli artacağını göstermektedir.

Şehir Ağacı Projesi: Yosun kültürü ve uygun bitkilerle kaplı bu dikey ünite, şehrin görüntüsü içinde kaybolan ama toz, azot oksit ve karbondioksit temizleyebilen faydalı bir uygulamadır. Şehir Ağacı Projesi, büyük şehirlerde hava kirliliğini önlemek amacıyla betonlaşmış bölgelere yeni bir soluk getirebilecek ve hava kirliliğinin etkisini azaltabilecek bir çalışmadır.

Dünyada ve ülkemizde çevre kirliliğinin sebepleri aynıdır. Dünya üzerindeki ülkeler kendi çevre kirlilikleri için çözümler üretirken diğer taraftan da başka ülkelerle iş birliği yaparak çevre kirliliğinin çözümü için ortak projeler geliştirmektedir. Ülkemizde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, yaşanabilir bir çevre için tüm kirletici faktörlerin önlenmesi ve kontrolü için uluslararası projelerde yer alarak dünya çevre kirliliği ile ilgili konularda ülkemizin üzerine düşen görevleri yerine getirmek için çalışmaktadır. Ayrıca pek çok toplum kuruluşu; bireylerin çevre konusunda bilinçlendirilmesi, çevrenin tarihî ve doğal güzelliklerinin korunmasına yönelik çalışmalar yapmaktadır.

Milli Eğitim ile Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlıklarınca ortaklaşa yürütülen "Temiz Okul ve Temiz Enerji, Çevre Dostu 1000 Okul" projesi kapsamında, seçilen pilot okulların çatısına güneş enerjisi panelleri kurulmuştur. Ayrıca çatıya düşen yağmur sularını depolama sistemi kurularak toplanan yağmur suları okullların su ihtiyacında ve bahçe sulamasında kullanılmaktadır. Bu projeyle enerji tasarrufu ve yağmur suyunun geri dönüşümü sağlanırken öğrencilerde çevre bilinci oluşturma amaçlanmaktadır.

ETKİNLİK

Etkinlik No. : 3.9

Araç Gereç

- Kendi belirlediğiniz araç gereci kulanınız.

Etkinliğin Adı: Yerel ve küresel boyutta çevreye zarar veren insan faaliyetleri

Etkinliğin Amacı: Yerel ve küresel boyutta çevreye zarar veren insan faaliyetlerini tespit etmek ve bunlara yönelik çözüm önerileri geliştirmek.

Etkinliğin Süresi: Sunum ve tartışma için verilen süre 1 ders saati

Uygulama

- Sınıfta dörder kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Grup arkadaşlarınızla yardımlaşarak çalışınız. Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görev paylaşımı yapınız.
- Çağımızın en önemli problemlerinden sayılabilecek yerel ve küresel boyutta zarar veren insan faaliyetleriyle ilgili sunu hazırlayınız.

Sonuçlandırma

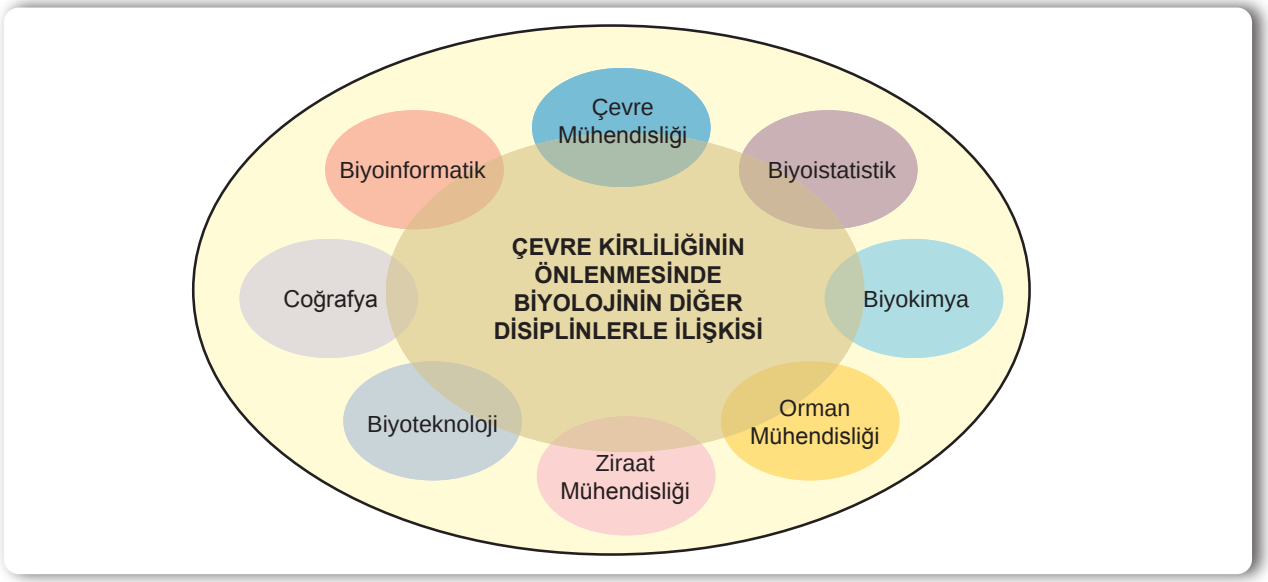
1. Hazırladığınız sunuyu sınıf içinde arkadaşlarınızla paylaşınız ve karşılaştırınız.
2. Günlük hayatınızda çevreye zarar veren insan faaliyetlerinin azaltılmasına yönelik çözüm önerileriniz nelerdir?

Çevre Kirliliğinin Önlenmesinde Biyolojinin Diğer Disiplinlerle İlişkisi

Günümüzde çevreye küresel ve yerel boyutta zarar veren çevre kirliliğinin önlenmesinde tüm ülkelerde ortak önlemler alınması gerekmektedir. Çevre kirliliğinin çok çeşitli ve çok boyutlu olması bu durumun önlenmesi için biyoloji ve diğer disiplinlerin iş birliği içinde çalışmasını gerektirmektedir (Görsel 3.53). Çevre kirliliğinin önlenmesinde biyoloji; genetik mühendisliği ve biyoteknoloji, mikrobiyoloji, biyoinformatik, biyoistatistik, biyokimya, biyofizik gibi kendi alt disiplinleri ile birlikte çalışmaktadır. Biyoloji ayrıca diğer disiplinlerden fizik, kimya, peyzaj mimarlığı, çevre mühendisliği, orman mühendisliği, peyzaj ile birlikte önlemler almaktadır. Bu disiplinler biyoçeşitliliği korumak ve sürdürülebilirliği devam ettirmek için çevreye zarar vermeyen üretim teknolojilerini geliştirmeyi, planlı şehirleşmeyi, nükleer enerji ve ağır metal kirliliği ile ilgili güvenlik tedbirlerinin alınmasını, küresel ısınmanın yıkıcı sonuçlarını durdurmayı hedeflemektedir.

Biyoteknolojik yöntemlerin çevre kirliliğini azaltmaya yönelik en önemli kazanımlarından biri de doğaya salınan kirleticileri toprak ve sudan uzaklaştırmak ya da bu kirleticileri daha zararsız forma dönüştürmek için alternatif olarak organizmaları kullanmaktır. Toprak ve sularda bulunan zararlı kirleticilerin etkisini ortadan kaldırmak veya uzaklaştırmak için canlı organizmaların kullanıldığı yönteme **biyoremediasyon** adı verilir. Biyoremediasyonda atıklar başka organizmalar tarafından kullanılabilen biçimlere dönüştürülür. Bu amaçla bakteri, maya, bitki, toprak solucanı gibi farklı organizmalar kullanılmaktadır. Nükleer atıkların, yer altı sularının, plastik atıkların temizlenmesinde biyoremediasyon yöntemi kullanılmaktadır.

Son yıllarda, tehlikeli atık yönetiminde biyoremediasyon metodu oldukça önem kazanmıştır. Dünyadaki birçok kent, tehlikeli atık yönetimi kapsamıyla biyoremediasyon metodu ile mikroorganizmaları kullanmakta ve bu kentlerin sayısının gün geçtikçe artması da beklenmektedir.



Görsel 3.53: Çevre kirliliğinin önlenmesinde rol alan disiplinler

3. BÖLÜM

DOĞAL KAYNAKLAR VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI

ANAHTAR KAVRAMLAR

Biyolojik çeşitlilik
Biyokaçakçılık
Doğal kaynak
Endemik tür
Gen bankası
Sürdürülebilirlik

HAZIRLIK SORULARI

1. Hangi canlı türleri ülkemizde nesli tükenme tehlikesi ile karşı karşıyadır?

2. Doğal kaynakların israfını önlemek için bireysel olarak alınabilecek önlemler neler olabilir?

3. Ülkemize özgü canlı türlerinin korunması neden çok önemlidir?

3.3. DOĞAL KAYNAKLAR VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI

Doğal kaynaklar, canlı ve cansız bileşenlerden oluşan bir bütündür. Canlı bileşenler ise bitki örtüsü, hayvanlar, mantarlar, protistler ve mikroorganizmalardan oluşur. Biyolojik çeşitlilik, ekosistemlerde var olan canlı türlerinin çeşitliliğini ve toplam sayısını ifade eder. Biyolojik çeşitliliği oluşturan canlı türlerinden herhangi birinde meydana gelen değişiklik, diğer canlıları ve cansız çevreyi de etkileyecektir.

2001 yılında yayımlanan Biyolojik Çeşitliliğinin Korunması Ulusal Raporuna göre **biyolojik çeşitlilik**; ekosistemlerde insanların refahı için gerekli olan yaşam destek sürecini sürdürebilme yeteneği ve sağlıklı bir çevrenin göstergesi olarak tanımlanmıştır. İnsanların her zaman temiz havaya, içme suyuna, doğal besin kaynaklarına, ilaçlara, barınma yerlerine ihtiyaçları olacaktır. Dolayısıyla canlılar için biyolojik çeşitlilik, temel ihtiyaçların karşılandığı doğal kaynaklardır.

BİLGİ KUTUSU

Biyolojik çeşitlilik ve tamamlayıcı unsuru olan genetik kaynaklar konusu ilk kez 1992 yılında Rio Konferansı'nda gündeme gelmiştir.

3.3.1. DOĞAL KAYNAKLARIN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ

Canlıların ve doğal kaynakların dünyada devamlılığının sağlanmasına **sürdürülebilirlik** denir. İnsanlar için biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilir kullanımı, bir yandan bugünkü nesillerin ihtiyaçlarını eşit olarak karşılayabilmeyi bir yandan da gelecek nesillerin haklarını koruma altına almayı kapsamalıdır.

Cansız doğal kaynaklar, canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürmelerinde mutlaka gerekli olan çevresel etmenlerdir. Bir ekosistemde bu kaynaklar azalır ya da bozulursa ekosistemde bulunan tüm canlılar bu durumdan olumsuz etkilenir.

İnsanlar cansız doğal kaynaklardan yararlanarak ekonomik getiriler elde etme yollarını bulmuşlardır. Dolayısıyla biyosferde bulunan ekosistemler insanların etkisiyle değişikliğe uğramaktadır. Cansız doğal kaynakların aşırı tüketimi ve çeşitli sebeplerle bozulması, ekosistemde yenilenme mekanizmasını da engellemektedir. İnsanların doğaya müdahaleleri habitatları yok edebilmekte ve bunun sonucu olarak da türler yok olabilmektedir. Örneğin maden çıkarma faaliyetleri sırasında ve sonrasında arazinin orijinal morfolojisi değişmekte; yer altı ve yer üstü su dengesi bozulmakta; bitki örtüsü zarar görmekte; toprak erozyonu, hava ve su kirliliği meydana gelebilmektedir.

Doğal kaynakların canlı etmenleri de bir zincirin halkaları gibi birbirlerine bağlıdır. Zincirin halkalarından birinin yok olması ya da kopması tüm canlıları etkiler. İnsanlar da doğal canlı etmenlerdendir ve zincirin halkalarından birini oluştururlar. Oluşabilecek kötü sonuçlar insanları da olumsuz etkileyecektir.

Ekonomik kaygılar, kentleşme gibi sebeplerle insanların doğaya müdahaleleri gün geçtikçe artmaktadır. İnsanların doğadaki canlı kaynaklar üzerinde de müdahaleleri söz konusudur. Örneğin orman ekosistemleri; kereste ve kâğıt ham maddesi elde etmek, yerleşim yerleri olarak kullanmak, hayvanların otlayacağı yerler hâline getirmek gibi sebeplerle yok edilmektedir. Tahrip edilen orman ekosistemleri onarılmak istenildiğinde genellikle tek tür ağaçlar dikilmektedir. Bu durum doğal orman ekosisteminde yer alan komünitelerin yok olmasına neden olmaktadır.

Tarım arazileri insanlar için çok önemlidir. Ancak yeni tarım arazileri açmak için canlıların habitatları tahrip edilmektedir. Sanayinin gelişmesiyle oluşan endüstriyel atıkların artması ve bunların doğaya bırakılması, orman yangınları, fosil yakıtların aşırı kullanımı, suyun aşırı tüketimi ve kirletilmesi gibi insan faaliyetleri doğal canlı kaynakları olumsuz etkilemektedir.

Doğanın kendisinden alınan canlı ve cansız kaynakları tekrar yerine koyabilmesi için zamana ihtiyacı vardır. Hızla artan insan nüfusu ve fazla tüketim doğaya bu zamanı verememektedir. Doğal kaynakların sürekliliği için biyolojik çeşitliliğin korunması, üretkenliğin artması gerekmektedir.

Doğal kaynakların gelecek nesillere ihtiyaçları karşılayabilecek şekilde ve kalitesi bozulmadan bırakılabilmesi önemlidir. İnsanların bu konularda daha bilinçli olmaları sağlanmalıdır.

Günümüzde ekoloji biliminin daha çok önem kazanmasıyla sürdürülebilirliği engelleyen uygulamalar terk edilmeye başlanmıştır. İnsanlar tarafından daha verimli ve dayanıklı canlılar elde edebilmek için ıslah çalışmaları ve bazı türleri kültüre alma çalışmaları yapılmaktadır. Böylece azalan türleri koruma, habitatların kaybını engelleme, yayılmacı türleri kontrol altına alma, iklim değişikliklerinin sonuçlarını azaltma sağlanabilecektir.

Görsel 3.54: İstanbul Atatürk Arboretumu

Genetik çeşitliliğin korunması, son yıllarda ekosistemlerde meydana gelen olumsuzluklardan dolayı daha çok önem kazanmıştır. Bu konularda ülkelerde gen bankaları kurulmuş; botanik bahçeleri, arboretumlar ve herbaryumlar oluşturulmuştur. **Arboretum,** çeşitli bitkilerin bulunduğu botanik parkıdır (Görsel 3.54). Arboretumlar, ülkemizde Orman Genel Müdürlüklerine bağlı olup birçok ilimizde bulunmaktadır.

Herbaryum, kurutulmuş bitki örneklerinin belirli yöntemlerle düzenlenip saklandığı yerdir. Genellikle üniversiteler, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüklerinin bünyesinde bulunmaktadır. Ayrıca belirli bir bölgeye özgü olan türlerin korunması, canlı türlerinin yurt dışına izinsiz çıkarılmaması konularında yapılan çalışmalar artmaktadır.

Doğal kaynakların sürdürülebilirliği için Türkiye genelinde başarılı uygulamalar yapılmaktadır. Bu uygulamalara örnek olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretiminde kullanılması verilebilir. Bu çalışmalar insan aktivitesi sonucu oluşan olumsuzlukların hızla arttığı günümüzde önem kazanmaktadır. Rüzgâr enerjisi, ticari anlamda elverişli bir enerji türüdür. Ülkemiz sahip olduğu iklim özellikleri nedeniyle önemli bir rüzgâr potansiyeline sahiptir.

2006 yılında Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA) hazırlanmıştır. Rüzgâr potansiyeli bakımından uygun olan bölgelere rüzgâr türbinleri yerleştirilmiştir (Görsel 3.55).

Güneş enerjisi, dünyada ve Türkiye'de daha çok önem kazanmış ve tercih edilmiştir. Doğal enerji kaynaklarının çoğunun kökeni olan Güneş enerjisinden ısıtma ve elektrik elde etme gibi amaçlarda yararlanılabilmektedir. Güneş enerjisi; fosil yakıtlara alternatif olabilecek, temiz, çevreci bir enerji kaynağıdır. Türkiye'nin iklim koşulları ve konumu gereği Güneş enerjisi potansiyeli yüksektir. Son yıllarda ülkemizde de Güneş panellerinin kullanımı yaygın hâle gelmiştir (Görsel 3.56).

Son zamanlarda ülkemizde hem sivil toplum örgütleri hem de kamu kuruluşlarının gerçekleştirdiği geri dönüşüm projeleri dikkat çekmektedir. Doğada ayrıştırıcılar tarafından parçalanması zor veya imkânsız olan ambalaj, plastik, metal vb. ürünlerin toplanması sağlanmaktadır (Görsel 3.57). Doğada parçalanabilen ancak geri dönüşüme katılarak yeni ürünler elde edilebilen maddeler de toplanmaktadır. Böylece ekonomik açıdan da kazanç sağlanabilmektedir. Çevreyi kirleten ürünlerin üretimi yasalarla kontrol edilmekte ve çevreye dost ürünler tercih edilmektedir.

Dünyada bulunan doğal kaynakların sürdürülebilirliği çok önemlidir. Bu kaynakların hiç bitmeyecek gibi ya da ihtiyaçtan daha fazla tüketilmesi durumuna **israf** denir. Doğal kaynakların israf edilmemesi için alınacak tedbirlerin başında eğitim ve bilinçlendirme çalışmaları gelmektedir.

İsraf, çoğu ülkede olduğu gibi ülkemizde de dikkat çekici boyutlara ulaşmaktadır. İsraf, direkt doğal kaynaklarda olabildiği gibi bu kaynaklardan elde edilen ürünlerde de olmaktadır. Su, elektrik ve besinlerin israf edilmesi bu duruma örnek verilebilir. Büyümekte ve kalkınmakta olan ülkemizde nüfusun da çoğalmasıyla enerji tüketimi hızla artmaktadır. Bilinçsiz tüketim, israfı doğurmaktadır (Görsel 3.58, 3.59). Günlük kullanımda temel tüketim maddelerinin yanı sıra ekmek, su ve enerji kaynaklarının israfının önlenmesi için bilinç oluşturulmalıdır. Doğal kaynakların verimli kullanımının sağlanması ve tüketim sonunda oluşan birtakım atıkların doğayı kirletmesinin önüne geçilmesi sürekliliği açısından çok önemlidir.

Görsel 3.55: Rüzgâr türbini

Görsel 3.56: Güneş panelleri

Görsel 3.57: Geri dönüştürülebilir metal atıklar

Görsel 3.58: Çöpe atılan ekmek

Görsel 3.59: Boşa akan su

Su, cansız doğal kaynaklardan en önemlisidir. Dünyamızda su diğer doğal kaynaklar gibi sınırlıdır. Bu konuda insanlar bilinçlendirilmeli, özellikle tatlısu kaynaklarının gereksiz ya da fazla tüketiminin önüne geçilerek kirlenmesini önlemek için tedbirler alınmalıdır.

3.3.2. BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN YAŞAM İÇİN ÖNEMİ

Biyolojik çeşitlilik, belirli bir bölgede yaşayan birbirinden farklı canlıları ifade eder (Görsel 3.60). Biyolojik çeşitliliğin belirlenebimesi için genetik, tür ve ekosistem çeşitliliğinin de bilinmesi gerekir. Bir türün bireyleri arasındaki farklılığa **genetik çeşitlilik** adı verilir. Belirli bir bölgede yaşayan farklı türler ise tür çeşitliliğini oluşturur. Canlıların cansız etmenlerle olan etkileşimlerindeki farklılıklar ise ekosistem çeşitliliğinden kaynaklanır.

Dünya üzerinde biyolojik çeşitlilik, ekvatordan kutuplara doğru gidildikçe azalır. Ekvator bölgelerinde dünya mirası olarak korunan tropikal yağmur ormanları gibi biyolojik çeşitliliği çok yüksek olan bölgeler bulunur. İnsan nüfus dağılımında biyolojik çeşitliliğin etkisi büyüktür. Giderek artan insan nüfusunun besin, giyecek, ilaç gibi ihtiyaçlarının karşılanması için biyolojik çeşitliliğin korunması son derece önemlidir. Biyolojik çeşitlilik, doğal bir zenginliktir. Doğal zenginliklerin fazla olmasının, insanların kullanabileceği kaynakların fazla olmasına ve sürdürülebilirliğe katkısı büyük olacaktır. Biyolojik çeşitliliğin azalması bu gereksinimlerin teminini zorlaştıracaktır.

Dünyada ve ülkemizde canlı çeşitliliğinin çok olduğu bilinmektedir. İnsanlar tarafından tahrip edilmemiş doğal alanlar turizmde önemli yer tutmaktadır. Yoğun yaşam temposunda bu tür alanların ziyaret edilmesi insanların psikolojik yönden rahatlamalarını sağlamaktadır.

Görsel 3.60: Biyolojik çeşitlilik

ETKİNLİK

Etkinlik No. : 3.10

Etkinliğin Adı: Türkiye'nin biyolojik çeşitliliği

Etkinliğin Amacı: Türkiye'nin biyolojik çeşitlilik açısından zengin olmasını sağlayan faktörleri araştırmak ve tartışmak.

Etkinliğin Süresi: Sunum ve tartışma için verilen süre 1 ders saati

Araç Gereç

- Kendi belirlediğiniz araç ve gereci kulanınız.

Uygulama

- Sınıfta dörder kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Grup arkadaşlarınızla aranızda seçim yaparak görev paylaşımı yapınız ve çalışmalarınızda birbirinize yardım ediniz.
- Türkiye'nin biyolojik çeşitlilik açısından zengin olmasını sağlayan faktörleri araştırınız, sunu hazırlayınız ve sunuyu sınıfta paylaşınız.

Sonuçlandırma

1. Ülkemizin biyolojik çeşitlilik yönünden zengin olmasını sağlayan faktörler nelerdir?

.....

2. Türkiye'deki biyolojik çeşitliliğin fazla olmasının ülke ekonomisine sağladığı katkılar nelerdir?

.....

3. Ülkemizdeki biyolojik çeşitliliğin azalmasının olası sonuçlarını belirtiniz.

.....

Endemik Türlerin Ülkemizin Biyolojik Çeşitliliği Açısından Değeri ve Önemi

Bazı canlı türleri biyosferde yalnızca belirli bir bölgede yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilir. Bulunduğu bölgedeki ekolojik şartlar sebebiyle yalnızca belirli bir bölgede yaşayan dünyanın başka hiçbir yerinde bulunmayan, sınırlı bir yayılışa sahip olan türlere **endemik tür** denir. Türkiye biyolojik çeşitlilik açısından küçük bir kıta özelliği göstermektedir. Coğrafik konumu, iklimsel ve coğrafik özellikleri; ülkemize çok çeşitli orman, dağ, step, sulak alan, kıyı ve deniz ekosistemleri kazandırmıştır. Bu durum biyolojik çeşitliliğin fazla olmasını sağlamıştır. Dünyanın iki büyük kuş göç yolu üzerinde olması nedeniyle ülkemiz, kuşların beslenme ve üreme alanı olması açısından önem taşımaktadır. Türkiye'nin Akdeniz ve Ege kıyılarındaki bazı habitatlar; Akdeniz foku [*Monachus monachus* (Monakus monakus)], deniz kaplumbağası [*Caretta caretta* (Karetta karetta)] ve yeşil deniz kaplumbağası [*Chelonia mydas* (Kelonia maydas)] gibi nesli tehlikede olan türlere barınma ortamı sağlamaktadır. Ülkemizde çok sayıda endemik bitki ve hayvan türü de mevcuttur. 3000'den fazla bitki türü sadece Türkiye'ye özgüdür. Ülkemizdeki endemik hayvan türleri sayısı da oldukça fazladır.

Endemik türler ve ırklar genellikle yaşadıkları yerin adını alarak isimlendirilir. Sivas kangal köpeği [*Canis lupus familiaris* (Kanis lupus familaris)] (Görsel 3.61), Denizli horozu [*Gallus gallus domesticus* (Gallus gallus domestikus)] (Görsel 3.62), Ankara tiftik keçisi [*Capra aegagrus hircus (Kapra egagrus hirkus)]* (Görsel 3.63), Van kedisi [*Felis catus* (Felis katus)] (Görsel 3.64), Saimbeyli mavisi kelebeği [*Polyammatus theresiae* (Poliyammatus teresia)], Van Gölü'nde inci kefali [*Chalcalburnus tarichi* (Kalkalburnus tariki)], Safranbolu'da safran [*Crocus sativus* (Krokus sativus)] (Görsel 3.65), Muğla ve Fethiye çevresinde Sığla ağacı [*Liquidambar orientalis* (Likudambar oryantalis)] (Görsel 3.66), Adana'da Amanos kekiği [*Origanum amanum* (Origanum amanum)], Tunceli'de Munzur kekiği [*Origanum munzurensis* (Origanum munzurensis)], Kayseri'de Kapadokya madımağı [*Polygonum cappadocicum* (Poligonum kapadosikum)], Yozgat'ta Yozgat adaçayı [*Salvia yosgadensis* (Salviya yozgadensis)], Mardin'de nohut [*Cicer reticulatum* (Siser retikulatum)], Van'da ters lale [*Fritillaria imperialis* (firitilarya imperyalis)] (Görsel 3.67), Kahramanmaraş'ta orkide [*Cephalanthera kotschyana* (Sephalantera kotşiyana)], Osmaniye'de orkide [*Dactylorhiza Osmanica* (daktilorhiza osmanika)], Kuzugöbeği mantarı [*Morchella esculenta* (Morkella eskulenta)] türleri örnek verilebilir. Bu canlılar ekonomik açıdan da çok değerlidir. Endemik türlerin yok edilmesi, ekosistemin işleyişini tehdit edebilir. Ayrıca endemik türlerin nesillerinin tükenmesi biyolojik çeşitliliği azaltır.

Görsel 3.61: Sivas kangal köpeği (*Canis lupus familiaris)*

Görsel 3.62: Denizli horozu (*Gallus gallus domesticus)*

Görsel 3.63: Ankara tiftik keçisi (*Capra aegagrus hircus)*

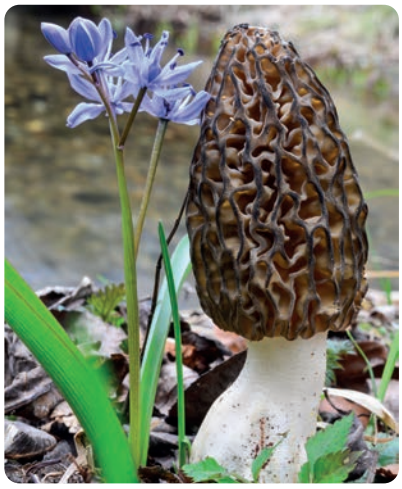
Görsel 3.64: Van kedisi (*Felis catus)*

Görsel 3.65: Safran (*Crocus sativus)*

Görsel 3.66: Sığla ağacı (*Liquidambar orientalis)*

Görsel 3.67: Van ters lalesi (*Fritillaria imperialis)*

Endemik bitki türlerinden bazıları tıbbi ve aromatik (hoş kokulu) bitki, bazıları ise besin maddesi olarak tüketilmektedir. Örneğin kuzu göbeği gibi mantar türleri gıda olarak maddi değeri yüksek mantarlardır. Kuzu göbeği mantarı aynı zamanda ilaç sanayinde de kullanılmaktadır (Görsel 3.68). Kahramanmaraş ve Osmaniye orkideleri, ekonomik açıdan da çok değerli olup bu orkidelerin üretimi sağlanmaktadır (Görsel 3.69). Kahramanmaraş ilinde salep ve dondurma yapımında kullanılmaktadır. İlaç, gıda, koleksiyonculuk gibi alanlarda; biyolojik, biyoteknolojik ve genetik çalışmalarda kullanılabilen endemik bitki ve hayvan türlerinin ekonomik değerleri oldukça yüksektir.



Görsel 3.68: Kuzu göbeği mantarı

Biyolojik çeşitlilik ve endemik türler küresel ve millî bir mirastır. Endemik türleri gelecek kuşaklara aktarmak gerekmektedir. Çünkü bu türlerin birçoğu insan için besin ve ilaç kaynağıdır. Bu türlerden yaralanmak her kuşağın hakkıdır. Endemik türler, hem ülkeler bazında hem de uluslararası yasalarla koruma altına alınmaktadır. Doğadaki canlılardan bazıları çeşitli nedenle yok olmaktadır. Mevcut kaynaklarımızın korunması bu nedenle zorunludur. Endemik türlerin korunması ve sonraki nesillere kaybolmadan aktarılabilmesi için halkın da bilinçlendirilmesi gerekir. Bu konuda medya kuruluşları, basın yayın organları, üniversiteler ve gönüllü kuruluşlardan destek alınmalıdır.

İnsanlar yaşamlarını sürdürebilmek için beslenme, barınma gibi ihtiyaçlarını doğal kaynaklardan sağlamışlardır. Tarım, hayvancılık, kentleşme ve artan endüstriyel çalışmalarla doğaya hükmedilmeye başlanmıştır. Bugüne kadar birçok yanlış uygulama biyolojik çeşitliliğe zarar vermiştir. Tabiatta her canlının önemli işlevleri bulunmaktadır. Biyolojik çeşitliliğe ve ekosistemin doğal işleyişine saygı göstermek ve bunlara müdahaleden kaçınmak çok önemlidir. İnsan müdahaleleri sonucu yok olan canlı türleri, ekolojik dengenin bozulmasına yol açmaktadır. Bunların sonucunda da açlık, küresel iklim değişiklikleri, su ve diğer doğal kaynaklar için rekabet ortaya çıkabilir. Ülkemizde ve dünyada var olan tüm canlı ve cansız çevrenin korunması ve gelecek nesillere aktarılması gerekmektedir. Bu nedenle her bir bireyin yaşadığı çevrenin düzenini bozmadan doğal kaynakların tüketimini kontrol altına alarak, biyolojik çeşitliliği koruyarak yaşamını sürdürmesi ve doğayı kirletmemesi gerekmektedir.

Görsel 3.69: Kahramanmaraş salep orkidesi

2014 yılında yayınlanan verilere göre ülkemizde şimdiye kadar tanımlanmış 11.707 tane (13 tane kibrit otu, 73 tane eğrelti otu, 42 tane açık tohumlu, 11.579 tane kapalı tohumlu) bitki türü vardır. Bunlardan 3.649 tanesi sadece ülkemizde yetişmektedir, kısaca endemiktir.

Soyu Tükenen Canlı Türlerinin Biyolojik Çeşitlilik Açısından Önemi

Biyolojik çeşitlilikte görülen azalma en fazla insan faaliyetleri sonucu gerçekleşmekte ve bunun sonucunda da en fazla insanlar için tehlike oluşturmaktadır. Biyolojik çeşitlilik tüm dünyanın ortak zenginliğidir. Günümüzde ihtiyaçların karşılanması ve gelecek kuşaklara biyolojik çeşitliliğin aktarılması ve korunması insan hayatının devamı için gereklidir. Ancak daha önceden soyu tükenen birçok canlı türü bulunmaktadır. Soyu tükenen bu canlı türlerinin yerini dolduracak başka canlı türlerinin olmaması durumunda ekolojik denge bozulmaktadır.

Bu durum insanlar ve diğer canlılar için büyük kayıptır ve ve bunun telafisi yoktur. Örneğin Amik Gölü ve çevresinde kuluçkaya yattığı bilinen ve gölün kurutulmasıyla yok olan yılanboyun kuşunun nesli tükenmiştir. Geçmişte sadece Türkiye'de yaşayan Anadolu parsı, Anadolu topraklarında görülen Asya fili (Görsel 3.70, 3.71), yabani sığır, yaban eşeği, aslan, çita, kunduz, kaplan gibi memelilerin ülkemizde nesilleri tamamen tükenmiştir.

Görsel 3.70: Anadolu parsı

Görsel 3.71: Asya fili

3.3.3. BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASINA YÖNELİK ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

İnsanların yaşamını sürdürmek ve geçimini sağlayabilmek için bitki ve hayvanlara ihtiyacı vardır. İnsanoğlu yaşadığı ortama zarar verdiği sürece hem kendisi hem de bütün canlılar bu durumdan zarar görecektir. Bugüne kadar hangi nedenle olursa olsun yaşadığı ortama ve canlılara zarar verme eylemine son vermek ve onları koruma altına almak kaçınılmaz hâle gelmiştir. Bu durum bütün insanlığın geleceği açısından büyük önem taşımaktadır.

Canlı varlıkların özellikle endemik bitki ve hayvan türlerinin korunması, biyolojik çeşitliliğin korunması açısından oldukça önemlidir. Bunların en önemlileri; canlı varlıkları habitatları ile birlikte koruma, gen bankaları ile türlerin koruma altına alma, ulusal ve uluslararası düzenlemeler yapma ve uygulama, türlerin korunması için toplumsal önlemler alma şeklinde sıralanabilir.

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de biyoçeşitliliği korumanın önemi büyüktür. Bu nedenle ülkemizde bulunan endemik türlerin bazıları insan müdahalelerini engellemek amacıyla koruma altına alınmak zorundadır. Endemik bitki ve hayvan türleri ile nesilleri tükenme tehlikesi altında bulunan canlı türleri, onların yaşam alanları farklı statülerde ve yasalarla koruma altına alınmıştır. Millî parklar, tabiat parkları, tabiat koruma alanları, tabiat anıtları canlıları ve onların yaşam alanlarının sürdürülebilirliğini sağlamayı amaçlamıştır.

Yabani hayatı korumak için canlıların üreme mevsimlerinde av yasakları yasalarla denetlenmektedir. Nesli tehlikede olan memeli hayvanlar, su kuşları ve Akdeniz sahillerini yumurtlama alanı olarak kullanan deniz kaplumbağaları, ülkemizin taraf olduğu uluslararası sözleşmeler ve mevzuatımız kapsamında koruma altına alınmıştır. Birçok bitki ve hayvan türleri; yaşam alanlarının yok olması, çevre kirliliği, yasa dışı ticaret ve avcılık, yangınlar sebebiyle yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmaktadır. Öte yandan, Avrupa'da bitki ve hayvan türlerinin korunması için 1979'da kabul edilen Türkiye'nin 1984 yılında imzaladığı Bern Sözleşmesi ile yok olma tehlikesi altındaki bitkiler de koruma altına alınmıştır.

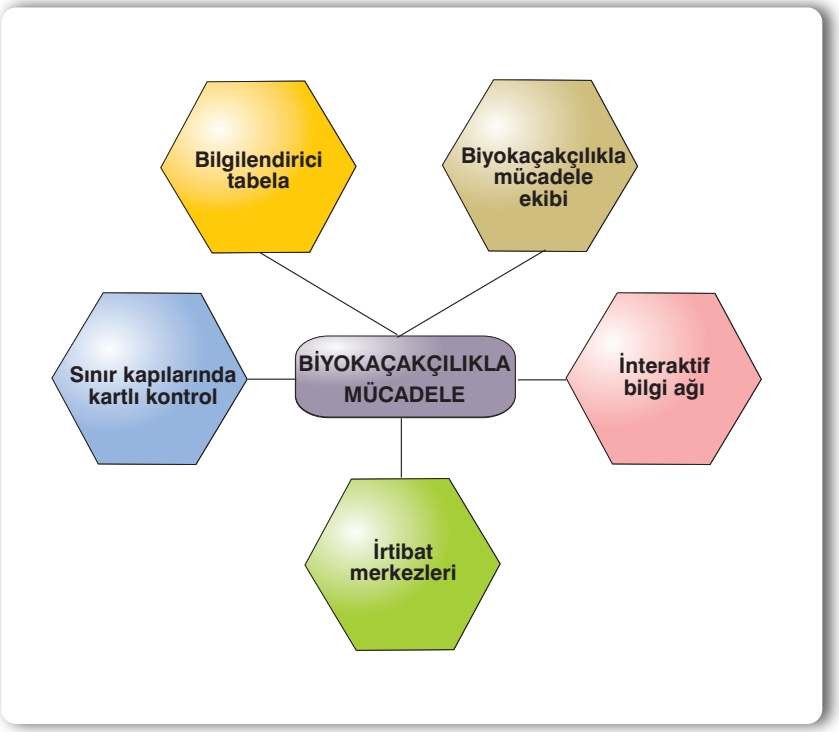
Doğada bazı canlı türlerinin sayıca az olması, endemik olması ya da nesillerinin tükenme tehlikesi altında bulunması biyolojik ve ekonomik açıdan değerlerini de artırmaktadır. Belli bir bölgedeki ve o bölgeye has endemik bitki ve hayvanların yetkili makamların izni olmadan toplanıp yurt dışına çıkarılmasına **biyokaçakçılık** denir. Bu durumla mücadelede hem resmî hem de sivil toplum örgütleri duyarlı davranmaktadır.

Ülkemizde bulunan biyolojik çeşitliliğe sahip çıkmak vatandaşlık görevidir. İnsan etkisiyle ekosistemlerde meydana gelen olumsuzluklara karşı bazı tedbirler alınmak zorundadır. Türkiye Tohumcular Birliği'nin desteği ile "İç Anadolu Bölgesindeki Bazı Yerel Çeşitlerin Toplanması, Muhafazası ve Biyokaçakçılıkla Mücadele Projesi" başlamıştır (Görsel 3.72).

Farklı yaş gruplarındaki insanlarda sahiplenme duygusunun geliştirilmesi ile biyokaçakçılık konusunda hassasiyet oluşturulması sağlanacaktır. Biyokaçakçılık konusunda yürütülen tek proje olması bakımından önemlidir.

BİLGİ KUTUSU

Uluslararası Bern Sözleşmesi, Çevre Kanunu ve Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği kapsamında koruma altına alınan Toros kurbağasının yaşadığı Karagöl, Çiniligöl ve çevresinde uygulanan koruma tedbirleri çerçevesinde yol trafiğe kapalı tutulmakta ve araçların geçişine müsaade edilmemektedir.



Görsel 3.72: Biyokaçakçılıkla mücadele

ETKİNLİK

Etkinlik No. : 3.11

Etkinliğin Adı: Biyolojik çeşitliliğin korunması ve biyokaçakçılığın önlenmesi

Etkinliğin Amacı: Biyolojik çeşitliliğin korunması ve biyokaçakçılığın önlenmesine yönelik çözüm önerilerini tartışmak.

Etkinliğin Süresi: 1 ders saati

Araç Gereç

- Kendi belirlediğiniz araç gereci kulanınız.

Uygulama

Biyolojik çeşitliliğin korunması ve biyokaçakçılığın önlenmesine yönelik çözüm önerilerini araştırınız ve sunu hazırlayınız.

Sonuçlandırma

1. Ülkemizde biyolojik çeşitliliğin ve biyokaçakçılığın önlenmesi için alınan tedbirler nelerdir? Alınması gereken başka önlemler var mıdır?
2. Biyolojik çeşitliliğin korunması ve biyokaçakçılığın önlenmesine yönelik çözüm önerilerinin neler olabileceğini sınıf içinde tartışınız.

Gen Bankasının Gerekliliği

Doğada nadir bulunan veya korunmak istenilen türlerin tekrar yetiştirilmek, saklanmak veya çeşitliliğini artırmak amaçlı koruma altına alındığı özel yerlere **gen bankaları** denir. Gen bankalarında canlılara ait örnekler, özel yöntemler kullanılarak saklanmaktadır. Bunlar bitki tohumları (Görsel 3.73), sperm ve yumurta olabileceği gibi hayvan embriyosu da olabilmektedir. Gen bankalarının bazılarında kök hücreler saklanabilmektedir.

2010 yılında kurulan T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Türkiye Tohum Gen Bankası, 250 bin tohum saklama kapasitesiyle dünyadaki sayılı gen bankasından biridir. Gen Bankasında bitki, bakteri ve mantar gen kaynakları koruma altına alınmaktadır. Araştırmacılar gen bankalarındaki örnekleri, tekrar yetiştirmek ya da genetik çeşitliliğini artırmak için kullanabilmektedir.

BİLGİ KUTUSU

Tohum ve gen bankalarında saklanan bitki tohumları, başka ülkelerden tohum alımının önüne geçecek ve ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır. Aynı zamanda ithal edilen tohumların ülkemizin endemik türlerine zarar vermesinin önüne de geçilecektir.

Görsel 3.73: Tohum örnekleri

3. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Bir türün bireyleri arasındaki farklılığa ..... adı verilir.

2. Sınırlı bir çevrede yaşayan aynı türe ait canlıların oluşturduğu topluluğa ..... denir.

3. Işık, su, toprak, pH ekosistemin .....faktörleridir.

4. Madde ve enerjinin üreticilerden tüketicilere doğru ilerlemesini sağlayan canlıların sırasına ..... denir.

5. Üretici ve tüketici canlılardan ayrıştırıcılara doğru her düzeyde madde ve enerji aktarımı olur. Canlılar arasındaki beslenme ilişkilerini gösteren her katman, o canlının ..... olarak adlandırılır.

6. Bitkisel besinlerle beslenen hayvanlara ..... canlılar denir.

7. Hem bitkisel hem de hayvansal besinlerle beslenen hayvanlara ..... denir.

8. Dokularda çözünmeyen ve biriken maddeler besin zincirini oluşturan farklı trofik düzeylerde birikir ve zararlı konsantrasyon düzeyine ulaşabilir. Bu olaya ..... denir.

9. Besin zincirinde enerjinin ..... kısmı bir sonraki canlıya aktarılır.

10. ..... büyük organik molekülleri, daha küçük moleküllere ve inorganik maddelere parçalayarak maddelerin ekosisteme geri dönmesini sağlar.

11. Yeryüzündeki suyun buharlaşıp tekrar yoğuşarak yeryüzüne dönmesine ..... denir.

12. Bir ekosistemdeki canlı türlerinin çeşitliliğine ..... denir.

13. Ortak atadan gelen kendi aralarında üreyip verimli döller oluşturabilen canlı topluluğuna .. .. denir.

14. Güneş ve rüzgâr enerjisi ..... kaynaklara örnektir.

B) Aşağıda I. sütunda numaralar ile verilen ifadeleri, II. sütundaki harf ile verilen ifadelerle eşleştiriniz. Eşleştirdiğiniz harfleri parantez içine yazınız.

15.

I	II
1. ( ) Tüm canlı türlerinin izin alınmaksızın yurt dışına kaçırılmasıdır.	**a** Holozoik
2. ( ) Belirli bir alanda yaşayan birden fazla popülasyonun oluşturduğu topluluktur.	**b** Biyokaçakçılık
3. ( ) Doğal kaynakların gelecek nesillere aktarılmasıdır.	**c** Gen bankası
4. ( ) Besinlerini katı parçacıklar hâlinde alan, özelleşmiş sindirim sistemine sahip canlılardır.	**ç** Ekosistem
5. ( ) Topraktaki azotun bakteriler yardımıyla atmosfere verilmesidir.	**d** Su ayak izi
6. ( ) Belirli bir bölgede bulunan canlı ve cansız etmenlerin tümüdür.	**e** Besin ağı
7. ( ) Yalnızca belirli bir bölgede yaşayabilen o bölgeye özgü canlılardır.	**f** Endemik tür
8. ( ) Bakteriler yardımıyla azotun kademeli olarak nitrata dönüştürülmesidir.	**g** Ötrofikasyon
9. ( ) Fosil yakıtlarla atmosfere verilen, kükürt ve azot içeren gazların su buharıyla birleşip yağış olarak dönmesidir.	**ğ** Nitrifikasyon
10. ( ) Bireylerin ve toplumun harcadığı ve hizmet almak için tükettiği temiz su miktarıdır.	**h** Sürdürülebilirlik
11. ( ) Su ekosistemlerinde çeşitli nedenlerle plankton ve alg sayısının aşırı artışıdır.	**ı** Denitrifikasyon
12. ( ) Nadir türlerin saklanması ve depolanması için kurulan özel bankalardır.	**i** Ekolojik ayak izi
	j Asit yağmuru
	k Komünite

C) Aşağıdaki açık uçlu soruların cevabını boş bırakılan alana yazınız.

16. Hücre dışına salgıladıkları enzimlerle organik maddeleri inorganik maddelere parçalayarak bunların üreticiler tarafından kullanılmasını sağlayan canlılara ne ad verilir?

.....

17. Birbirine komşu komüniteler arasında yer alan ve tür çeşitliliği bakımından zengin olan geçiş bölgelerine ne ad verilir?

.....

18. Hem fotosentez yapan hem de diğer canlıları yiyerek tüketen canlılara örnek veriniz.

.....

19. İnsanların ve doğal kaynakların doğada devamlılığının sağlanmasına ne ad verilir?

.....

20. İnorganik maddelerden organik madde sentezleyerek kendi besinini üreten canlılara ne ad verilir?

.....

21. Kendi besinlerini üretemeyip üretici veya tüketici diğer canlıları yiyerek beslenen canlılara ne ad verilir?

.....

22. İnsan nüfusunun bir bölgede yoğun olması, o bölgenin biyolojik çeşitliliğine zarar vermektedir. Bu durumun nedenlerini açıklayınız.

.....

23. Ekolojik bir sistemde bir canlı türünün neslinin yok olmasından en çok etkilenecek varlık insandır. Bu durumun sebeplerini açıklayınız.

.....

24. Ülkemizde nesli tükenmiş hayvanlara örnek veriniz.

.....

25. Evlerimizde ekosistemin sürdürülebilirliği için hangi ekolojik uygulamaları yapabiliriz?

.....

26. Ayrıştırıcıların ekolojik dengenin sürekliliğindeki önemini açıklayınız.

.....

27. Ülkemizde bulunan endemik türleri korumak için ne gibi önlemler alınmalıdır?

.....

28. Gen bankalarının günümüzde önem kazanmasının sebebi nedir?

.....

29 - 34. soruları aşağıda verilen metne göre cevaplandırınız.

DENİZ ERİŞTESİ

Türkiye'nin Akdeniz havzasında yaşayan *Posidonia oceanica [Posidonya osenika* (deniz eriştesi, deniz çalısı)] endemik bir çiçekli deniz bitkisidir. Akdeniz kıyı ekosisteminde zincirin en önemli parçasıdır. Ormandaki ağaçların işlevi neyse deniz altındaki erişteler de aynı işlevi görmektedir. Deniz altındaki yaşam için oksijen, besin, barınak sağlar. Sadece bir tek yaprağının bile pek çok canlıya ev sahipliği yaptığı bilinmektedir. Sahip olduğu toprak altı gövdeleri sayesinde ağ benzeri yapılar oluşturur. Bu ağlar, deniz kumunu tutarak deniz altı toprak erozyonunu önler. Ayrıca karbon tutma özelliği sayesinde ekosistem açısından hayati önem taşır. Deniz erişte lerine yönelik tehditleri azaltmak için T.C. Çevre,Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının ve sivil toplum örgütlerinin çalışmaları bulunmaktadır.

29. Deniz eriştesi türünün ortadan kalktığı varsayılırsa ortam şartlarında ve biyolojik çeşitlilikte meydana gelebilecek değişiklikler nelerdir?

.....
.....

30. Deniz eriştesinin yaşam alanının özellikleri nasıldır?

.....
.....

31. Deniz eriştesinin bulunduğu ortamdaki görevleri nedir? Açıklayınız.

.....
.....

32. Deniz eriştesi ile aynı yaşam alanını paylaşan ve aynı görevi yapan başka canlı türleri var mıdır? Açıklayınız.

.....
.....

33. Deniz erişteleri popülasyonlarının sayıca azalması ya da yok olmasında insan faktörünün rolü nedir?

.....
.....

34. Aşağıdakilerden hangisi deniz eriştesinin toprak altı gövdesinin ekosisteme sağladığı yararlardandır?

A) Işık enerjisinin besin zincirinde kimyasal enerjiye dönüştürülmesi
B) Ekosistemdeki toprak erozyonunu önlemesi
C) Deniz eriştesinde çiçek oluşumunu sağlaması
D) Deniz erişte lerine yönelik tehditleri azaltması
E) Salgıladığı kimyasal maddelerle tehlikeli türleri uzaklaştırması

34 - 40. soruları aşağıda verilen metne göre cevaplandırınız.

KAZ DAĞLARI

Kaz Dağları, bir kısmı Çanakkale bir kısmı Balıkesir il sınırları içinde bulunan, hava ve iklim üzerindeki rolü büyük olan dağ sıralarıdır. Kaz Dağları ve yakın çevresinin iklim özellikleri biyotik ve abiyotik bileşenlerin temelini oluşturur. Kaz Dağları ekosisteminde birçok endemik bitki türü yaşar. Kaz Dağları, temiz havası ve bol oksijeni ile anılır. Havanın temiz olması, atmosferdeki gazların ve kirleticilerin azlığı ile açıklanabilir. İnsan yaşamı için hava çok önemlidir. Temiz hava atmosferin ve diğer ekosistemlerin doğal yapısının korunduğu yerlerde bulunur. Atmosferde O_2 ve N_2 gazlarının döngüleri canlıları yakından ilgilendirir. Kaz Dağları'nda oksijen üreten kaynaklar oldukça fazladır. Ege Denizi ve Kaz Dağları'ndaki bitki örtüsü bu kaynakların başında gelir.

35. Kaz Dağları'nın iklim özelliklerinin biyoçeşitliliğe etkisi nedir?

.....
.....

36. Kaz Dağları ekosistemini önemli kılan nedir?

.....
.....

37. Kaz Dağları'nda havanın temiz olduğu ve oksijenin bol olduğu bilinmektedir. Sizce bunun sebepleri nelerdir?

.....
.....

38. Kaz Dağları, sağlık turizmi açısından önemli bir ekosistemdir. Bunun sebepleri neler olabilir?

.....
.....

39. Kaz Dağları'nda sürdürülebilirliği sağlamak için üzerimize düşen görevler nelerdir?

.....
.....

40. Kaz Dağları ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi doğru <u>değildir</u>?

A) Madde döngülerine katkı sağlar.
B) Marmara Bölgesinde bulunur.
C) Kaz Dağları'ndaki iklim özelliklerinin belirlenmesinde ayrıştırıcıların rolü yoktur.
D) Ülkemizde oksijen ve karbondioksit dengesinin sağlanmasında önemli role sahiptir.
E) Endemik türler bulundurur.

Ç) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

41. Popülasyonlarla ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru <u>değildir</u> ?

A) Aralarında gen alışverişi yapabilen bireylerden oluşur.
B) Aynı beslenme şekline sahip bireylerden oluşur.
C) Bireyleri farklı türdendir.
D) Birbirleri ile çiftleşip kısır olmayan yavrular oluşturabilir.
E) Aynı türe ait farklı bölgelerde yaşayan popülasyonlar bulunabilir.

42. Su döngüsü ile ilgili

I. Su, atmosferde buhar hâlinde; yer altı kaynaklarında ve kayalıkların çatlaklarında sıvı hâlde bulunur.
II. Atmosferin soğuk bölümlerinde su buharı yoğuşur, yağmur ve kar olarak yeryüzüne döner.
III. Bir ekosistemde buharlaşarak atmosfere karışan ve yağış şeklinde tekrar bu ekosisteme düşen su miktarı eşittir.

verilenlerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

43. İnsan kaynaklı

I. Ormandaki ağaçların çeşitli amaçlar için kesilmesi
II. Ormanlık alana yol ve havalimanı yapılması
III. Spreylerde ve soğutucu cihazlarda kullanılan gazlar
IV. Kimyasal ve radyoaktif atıklar nedeniyle su ve toprağa ağır metallerin karışması

uygulama ve olaylardan hangileri canlı yaşamının tehlikeye girmesine neden olur?

A) I ve II B) II ve III C) I, II ve III D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

44. Trofik düzeyle ilgili

I. Canlıların beslenme ilişkisini gösteren her katman, o canlının trofik düzeyini ifade eder.
II. Bir canlının besin çeşidi bakımından bulunduğu konumu gösterir.
III. Tüketici canlıların tamamı ikinci trofik düzeyde yer alır.
IV. Üretici canlıların tümü birinci trofik düzeyde yer alır.

verilenlerden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) II ve III C) I, II ve III D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

45. Ayrıştırıcı canlıların etkinliklerinin azalması hâlinde aşağıdakilerden hangisinin gerçekleşmesi <u>beklenemez</u>?

A) Heterotrof canlı sayısının azalması
B) Atmosferdeki oksijen miktarının artması
C) Üretici canlı sayısının azalması
D) Doğadaki organik atık birikiminin artması
E) Doğadaki madde döngülerinin yavaşlaması

46. Ekosistemde meydana gelen

I. Fotosentezin gerçekleşmesi
II. Fosil yakıtların enerji elde edilmesinde kullanılması
III. Organik atıkların ayrıştırılması
IV. Organik maddelerin oksijenli solunumda kullanılması

olaylarından hangileri CO_2'nin atmosfere dönmesini sağlar?

A) I ve II B) II ve III C) I, II ve III D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

47. Cansız bileşenlerden sıcaklığın ekosistem içerisinde değişmesi canlılarda

I. Kış uykusuna yatma
II. Göç etme
III. Üreme

davranışlarından hangilerine neden olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

48.
I. Tarımda kullanılan kimyasal ilaçlar
II. Organik atıklar
III. Kimyasal atıklar
IV. Asit yağmurları

Yukarıda verilenlerden hangileri tatlısu kaynaklarını ve toprağın pH'ını değiştirerek canlıların yaşamının tehlikeye girmesine neden olabilir?

A) I ve II B) II ve III C) III ve IV D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

49. Ekosistemler ile ilgili

I. Canlı ve cansız ögeler bir arada bulunur.
II. Canlı ve cansız ögeler arasındaki etkileşim süreklidir.
III. Ekosistemler, madde ve enerji akışı için kendi kendine yeterlidir.

verilenlerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

50. Ekosistemlerdeki besin zincirleri ve besin piramitlerinde canlılar arasında enerji ve besin aktarımı gerçekleşir.
Buna göre

I. Bir basamakta bulunan canlıların toplam kütlesi biyokütle olarak adlandırılır.
II. Her basamaktan bir üst basamağa enerjinin ancak %10'u aktarılabilir.
III. Besin zincirindeki basamak sayısının artması ile üst basamaktaki canlıya aktarılan enerji miktarı artar.
IV. Besin zincirinde üreticilerde bulunan zehirli maddeler, beslenme yoluyla üst basamaklara aktarıldığından üst basamaklara doğru zehirli madde birikimi azalır.

verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) II ve IV C) III ve IV D) I, II ve III E) I, II ve IV

51. Dünya genelinde doğal ortamların ve biyoçeşitliliğin sürdürülebilirliği açısından sorunlardan biri, düzensiz kentleşmedir. **Bu durum**

I. Canlı türlerinin yaşam alanlarının işgal edilmesine
II. Doğal yaşam alanlarındaki madde ve enerji akışının bozulmasına
III. Ekosistemdeki canlı tür çeşitliliğinin azalmasına
verilenlerden hangisine neden olmaktadır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

52. Tarım alanlarındaki ürün veriminin düşmesine hangisinin etkisi <u>yoktur</u>?

A) Kimyasal tarım ilaçlarının
B) Fosil yakıt kullanımının
C) Yanlış sulama tekniklerinin
D) Islah çalışmalarının
E) Kimyasal gübre kullanımının

53. Aşağıdakilerden hangisi ekolojik dengenin bozulmasını engelleyecek tedbirlerden biri <u>değildir</u>?

A) Ağaçlandırma çalışmalarını yaygınlaştırmak
B) Tarımsal zararlılarla mücadelede kimyasal ilaç kullanımını artırmak
C) Fosil yakıt tüketimini azaltmak
D) Tasarruflu ampul kullanımını teşvik etmek
E) Geri dönüşüme katkıda bulunmak

54. Ekosistemdeki yapının bozulması sonucunda

I. Tür çeşitliliği azalabilir.
II. Göçmen kuşların göç yolları değişebilir.
III. Ozon tabakasının incelmesine sebep olabilir.

verilen durumlardan hangileri ortaya çıkabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

55. Organik besin ihtiyacını diğer canlıları tüketerek sağlayan canlı türü …….. grubuna aittir. Bu gruptaki canlılar, kendi besinlerini kendileri üretemez. Ölü bitki ve hayvanların organik maddelerini inorganik maddelere dönüştürerek madde döngülerinin devamını sağlayan canlılar …… grubuna aittir. İnorganik maddeleri kullanarak organik madde sentezleyebilen canlılar ……. grubuna aittir. Bu gruptaki canlılar ……..... olayları ile organik madde sentezini gerçekleştirir.

Yukarıda verilen paragrafta boş bırakılan yerlere aşağıdakilerden hangisi <u>yazılamaz</u>?

A) Fotosentez
B) Ayrıştırıcılar
C) Üreticiler
D) Çürüme
E) Tüketiciler

56. Azot döngüsünde **a** canlısının organik atıkları parçalaması sonucu oluşan amonyak önce **b** canlısı tarafından nitrite dönüştürülür. Daha sonra **c** canlısı nitritten nitratın oluşmasını sağlar. **b** ve **c** canlısı bu dönüşüm olaylarında inorganik maddeyi oksitleyerek kimyasal enerjinin açığa çıkmasını sağlar. Bu kimyasal enerjiyi de besin sentezinde kullanır. **b** ve **c** canlısı sayesinde oluşan nitrat tuzlarını **d** canlısı topraktan alarak kullanır. Nitrat tuzlarındaki azot, **d** canlısının amino asit sentezlemesi sırasında kullanılır.

Azot döngüsünde görev alan canlılar yukarıdaki paragrafta a, b, c, ve d harfleri ile gösterilmiştir. Bu canlılarla ilgili

I. **a** canlısı holozoiktir.
II. **b** canlısı nitrat bakterisidir.
III. **c** canlısı nitrit bakterisidir.
IV. **d** canlısı bitki olabilir.

ifadelerinden hangileri doğru <u>değildir</u>?

A) I ve II B) II ve IV C) III ve IV D) I, II ve III E) I, II ve IV

57. Ekolojik organizasyon basamakları ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>söylenemez</u>?

A) Aynı türe ait canlıların belirli bir yaşam alanında oluşturduğu topluluk popülasyon olarak adlandırılır.
B) Birden fazla popülasyondan oluşan topluluk komünite olarak adlandırılır.
C) Bir organizmanın doğal olarak yaşayıp üreyebildiği yaşam alanı ekosistemdir.
D) Yeryüzündeki tüm canlı organizmaların yaşadığı kara, hava, deniz ve yerin katmanları biyosfer olarak adlandırılır.
E) Ekolojik organizasyon basamakları küçükten büyüğe doğru; organizma-popülasyon-komünite-ekosistem-biyosfer şeklindedir.

58. Doğada

I. Aşırı hayvan otlatılması
II. Yeni tarım alanları açmak
III. Toprağın yetersiz ya da fazla sulanması
IV. Aşırı ve plansız ağaç kesimi

durumlarından hangileri erozyonu hızlandırır?

A) I ve II B) II ve IV C) I, II ve III D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

59. Yakıldıklarında kükürt, karbon ve azot oksitleri yayan fosil yakıtlar hava kirliliğinin temel nedenidir. **Bu gazlar ve neden oldukları olumsuz etkilerle ile ilgili**

I. Bu gazlar atmosferdeki su buharında çözünür ve kimyasal tepkimeler sonucu nitrik asit, sülfürik asit ve karbonik asit oluşur.
II. Gazların kimyasal tepkimeleri sonucu havadaki yağmur damlalarının pH değeri 4,5'lere düşer. Bu tür düşük pH değerindeki yağmura asit yağmurları adı verilir.
III. Asit yağmurları bitki, hayvan, bina, tarihî eser ve insanlara zarar verir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

60. Ozon tabakası ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) Güneş'ten gelen zararlı ışınlara karşı dünyayı korur.
B) Kloroflorokarbon (CFC) adı verilen gaz, ozon tabakasının kalınlığını artırır.
C) Ozon tabakasının incelmesi sonucu insanlarda deri kanseri riski artmıştır.
D) Ozon, O_2'nin zararlı ışınların etkisiyle geçirdiği tepkimeler sonucu oluşur.
E) Ozon tabakasının incelmesi cilt kanseri, katarakt gibi hastalıklara neden olabilir.

61. Biyokaçakçılık, canlıların resmî izinler alınmadan yurt dışına götürülmesidir. Aşağıdakilerden hangisi biyokaçakçılığın önlenme yöntemlerinden değildir?

A) Sınır kapılarında kontrol sağlanması
B) Halkın bilinçlendirilmesi
C) Bilgilendirici tabelaların artırılması
D) Ender bulunan bitki ve hayvan türlerin toplanıp saklanması
E) İrtibat merkezlerinin kurulması

62. Ekosistemde gerçekleşen

I. Endemik ve nesli tehlike altında bulunan türlerin yer aldığı önemli alanların belirlenerek buralarda türlerin korunmasına öncelik verilmesi
II. Organik tarım uygulamalarının yaygınlaştırılarak korunması ve desteklenmesi
III. Zarar görmüş ekosistemlerin restorasyonu ve geri kazanımı için kaynak yaratılması

uygulamalarından hangileri ülkemizde biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik çalışmalardandır?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

63. Su, atmosferde ……. hâlinde; yer altı kaynaklarında, kayalıklardaki çatlakların arasında, deniz göl ve akarsularda sıvı hâlde bulunur. Su; okyanus, deniz ve göllerden ……., canlılardan ise ……. ve ……. atmosfere su buharı olarak döner. Atmosferdeki su buharı da ……., kar ve yağmur olarak yeryüzüne ulaşır.

Yukarıda su döngüsü ile ilgili bir metin parçası verilmiştir.

Buna göre metin parçasında boş bırakılan yerlere aşağıdaki ifadelerden hangisi yazılamaz?

A) yoğuşur B) buhar C) yanma D) terleme E) solunumla

64. Fosil yakıtlar nedeniyle her yıl atmosfere yedi milyar ton CO_2 atılmaktadır ve dünyanın CO_2 bağlama kapasitesi üç milyar ton aşılmış durumdadır. Sonuçta atmosferde CO_2 birikmekte ve atmosferin CO_2 oranı her yıl artmaktadır (1960'lı yıllardan günümüze kadar CO_2'nin atmosferdeki konsantrasyonu 320 ppm'den 340 ppm'e yükselmiştir.). Atmosferde biriken CO_2 tıpkı cam gibi Güneş ışınlarının yer kabuğuna geçmesine fırsat vermekte ancak ısının dışarı çıkmasına, atmosfer dışına yayılmasına engel olmaktadır. Sonuçta Güneş ışınları yer kabuğunda soğurularak ısıya dönüşmekte ve buradan uzaklaşamadığı için atmosferin yer kabuğuna yakın kısımlarında ısı depolanmasına neden olmaktadır. Bu mekanizmaya CO_2'nin sera etkisi denir. Sera etkisi sonucunda dünyanın sıcaklığı her yirmi yılda bir ya da bir buçuk derece artmaktadır. Bu artış küresel ısınmaya ya da dünyanın ısınmasına sebep olmaktadır.

Sera etkisi ve küresel ısınma ile ilgili

I. Bu ısınma devam ederse buzullar eriyecek ve denizlerdeki su seviyesi 3-4 metre yükselecektir.
II. Milyarlarca hektarlık ekilebilir verimli topraklar kullanılamaz hâle gelecektir.
III. Küresel iklim değişiklikleri sonucu biyolojik çeşitlilik büyük oranda azalacaktır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

65. 20. yüzyılda Sanayi Devrimi ile insanoğlunun doğa ile olan ilişkisinde bir artış görülmüştür. İnsanoğlunun sınırsız ihtiyaçlarını karşılama isteği, sınırsız bir kaynak olarak gördüğü doğadan faydalanmasına, onu hor kullanmasına ve bu ilişki sonucunda çevreyi kirletmesine neden olmuştur. Özellikle II. Dünya Savaşı'ndan sonra çevre kirliliğinin büyük boyutlara ulaşması, artık sadece büyümek yerine özünde insana önem veren, mevcut ve gelecek kuşakların menfaatini gözeten, doğal ve kültürel kaynakların optimum kullanımını öngören, kalkınmanın her aşamasında ekonomik ve sosyal politikaların çevre politikaları ile uyumunu savunan sürdürülebilirlik politikasını gündeme getirmiştir.

Sürdürülebilirlik ile ilgili

I. Doğal kaynakların dünyada devamlılığını sağlar.
II. Gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılamak için atılmış önemli bir adımdır.
III. İnsanların doğadaki canlı kaynaklar üzerindeki olumsuz etkisini artırır.

ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

66. Işık, ekosistemde canlıları etkileyen abiyotik (cansız) bileşenlerdendir.

Buna göre ışık ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi <u>söylenemez</u>?

A) Işık şiddeti ve ışığın dalga boyu fotosentez hızına etki eder.
B) Işık alma süresi; bazı hayvanların üreme zamanının birçok bitkinin ise çiçeklenme zamanının belirlenmesinde etkili olur.
C) Güneş ışığının çok fazla geldiği bölgelerdeki canlıların DNA'larının zarar görmesi her zaman biyolojik çeşitliliği artırır.
D) Fotosentez yapan canlılar, fotosentez sırasında enerji kaynağı olarak Güneş ışığından yararlanır.
E) Bazı bitki türleri, yoğun ışık alan bölgelere uyum sağlarken bazıları gölge bölgelere uyum sağlamaktadır.

67. Endemik türlerin nesillerinin yok olmasında

I. Besin maddesi olarak kullanılması
II. İlaç sektöründe de kullanılması
III. Kozmetik sanayinde kullanılması
IV. Koleksiyonculukta kullanılması

durumlarından hangileri etkilidir?

A) I ve II B) I, II ve III C) I, III ve IV D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

68. Doğada bulunan nadir türleri veya korunmak istenen türleri tekrar yetiştirmek, saklamak veya çeşitliliğini artırmak amaçlı koruma altına alındıkları özel yerlere **gen bankaları** denir.

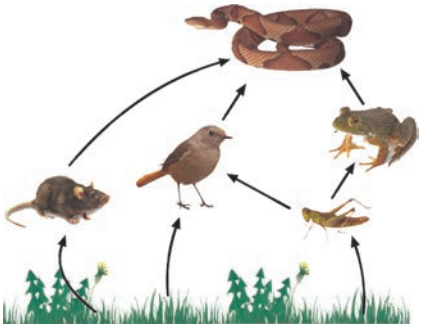
Gen bankalarının kurulma amacı ile ilgili

I. Gelecekte insanların besin ihtiyaçlarının karşılanması
II. İlaç yapımında kullanılması
III. Gelecekte türlerin sürdürülebilirliğinin sağlanması
IV. Verilerin deneylerde kullanılması

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I, III ve IV C) I, II ve III D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

69. Kara ekosisteminde bulunan bir besin ağı aşağıda gösterilmiştir.



Bu besin ağıyla ilgili
I. Besin ağında dört farklı besin zinciri bulunur.
II. Serçe, yer aldığı tüm besin zincirlerinde aynı trofik düzeyde bulunur.
III. Fare, serçe ve çekirge sadece otla beslenir.

yukarıda verilen bilgilerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı, cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları veya faaliyetleri geri dönerek tekrarlayınız.

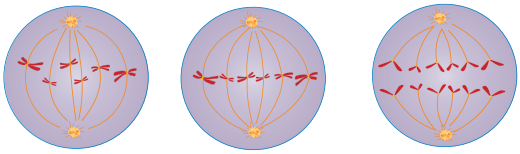
CEVAP ANAHTARI

1. ÜNİTE SIRA SİZDE CEVAP ANAHTARI

Sıra Sizde Sayfa 29: Hücre çeperi, boğumlanması, ara lamel, kromozomların, kromozomların, İğ İpliği, sitoplazma

Sıra Sizde Sayfa 31:

Profaz evresinde kromatin iplikler kısalıp kalınlaşarak kromozomları oluşturur. Çekirdekçik kaybolur. Çekirdek zarı parçalanır. İğ iplikleri oluşur.



Profaz Metafaz Anafaz

Anafaz evresinde kardeş kromatitler birbirinden ayrılır. Zıt kutuplara çekilen her bir kromatit kromozom adını alır.

Sıra Sizde Sayfa 36: A) DNA, Kromozomları, Kromatit, Kardeş kromatit, Sentromer

B) 1) Doku ve organların zarar görmesi bu sayede önlenir. Döngünün kontrolden çıkması kansere neden olur.

2) Kanser daha kolay ve çabuk tedavi edilir. Kişinin hayatta kalma şansı artar.

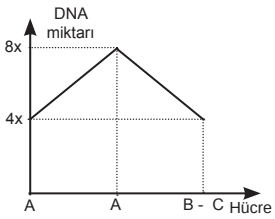
3) Birçok kanser türü erken tanı konulduğunda tedavi edilebilir bir hastalıktır.

4) Kemoterapi, cerrahi müdahale, ışın tedavisi

Sıra Sizde Sayfa 37: 1. C ve D hücrelerinin büyüklükleri, sitoplazma miktarları ve organel sayıları farklılık gösterebilir.

2. DNA miktarı, DNA'daki nükleotit dizilişleri, gen çeşitleri, organel çeşitleri, kromozom sayıları

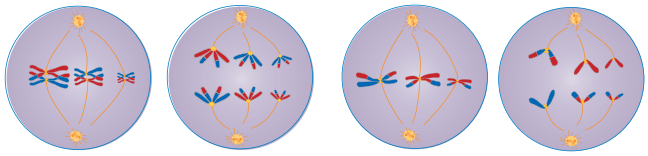
3.



Sıra Sizde Sayfa 52: 1. Organ düzeyi, 2. Doku düzeyi, 3. Organ ve vücut düzeyinde, 4. Vücut düzeyi, 5. Organ düzeyi, 6. Organ düzeyi

Sıra Sizde Sayfa 61: 2. Şekil 2n = 4 Mayoz I Metafaz I **3. Şekil** 2n = 4 Mayoz II Anafaz II **4. Şekil** 2n = 4 Mayoz I, Anafaz I

Sıra Sizde Sayfa 65:



Sıra Sizde Sayfa 66:

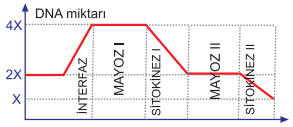
MİTOZ	MAYOZ
	2n kromozomlu canlıların üreme ana hücrelerinde gerçekleşir.
n, 2n ve 3n kromozomlu hücrelerden n, 2n ve 3n kromozomlu hücreler oluşturur.	
Bölünme sonucu iki yeni hücre oluşur.	
Oluşan hücreler aynı genetik yapıya sahiptir.	
	Mayoz I'de homolog kromozomlar, mayoz II'de kardeş kromatitler birbirinden ayrılır.
Çekirdek ve sitoplazma bölünmesi bir defa gerçekleşir.	
	Oluşan hücreler tekrar mayoz geçiremez.
	Tetrat, sinapsis ve krossing over olayları görülür.
Bölünme sonucu kromozom sayısı değişmez.	
	İnsanda ergenlik döneminde başlar, üreme dönemi boyunca devam eder.

1. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

A) 1. Boğumlanma, 2. Telofaz, 3. Metafaz, 4. İnterfaz, 5. Karyotip, 6. Sentromer, 7. Kinetokor, 8. Sentrozom, 9. Çeşitlilik, 10. Tomurcuklanma, 11. Vejetatif üreme, 12. Eşeysiz üreme, 13. Partenogenez, 14. Mayoz, döllenme,

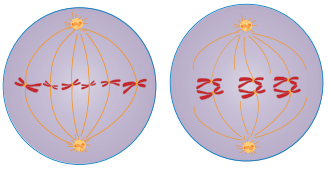
B) 15. Soru: 1g, 2e, 3ç, 4a, 5f, 6d, 7c, 8b, 9h, 10ğ, 11ı, 12j,

C) 16. Kromozom sayısının değişmemesi ve kalıtsal çeşitlilik ortaya çıkmaması,
17. Mayoz DNA miktarı değişim grafiği,



18. Hızlı üretim, verimli türlerin değişikliğe uğramadan çoğaltılması, **19.** Kalıtsal çeşitlilik ortaya çıkarır, **20.** Homolog kromozomların bağımsız dağılımı, krossing over ve rastgele döllenme.
21. 2n = 6 kromozomlu bir hücrenin mitoz metafazı ve mayoz metafaz I'inin şekil çizilerek karşılaştırılması.

Kromatitler ayrılır.



Homolog kromozomlar ayrılır.

22. Mayoz bölünme ve döllenme

23. Memeli bir hayvan olan farenin genetik yapısının insan genetik yapısı ile benzerlik gösterdiği için, **24.** Erkeklerde kısırlık probleminin çözümünde, **25.** A

26. E, **27.** Kertenkele kuyruğu, salyangoz kabuğu, solucan vb, **28.** İnşaat, marangoz, elektrik, fabrikalarda çalışanlar, iş yaralanmalarının en çok görüldüğü sektörlerdir, **29.** Yapay kulak kepçesi, soluk borusu, kalp kapakçığı, yapay mesane gibi, **30.** Doku ve organ kayıplarının telafisi mümkün olurdu.

31. 1-3-4-2-6-5-7-8 **32.** 4 **33.** 1 **34.** 7 **35.** 1, 3 ve 4

Ç) 36.A, 37.E, 38.A, 39.D, 40.C, 41.B, 42.B, 43.B, 44.D, 45.C, 46.B, 47.D, 48.B, 49.B, 50.C, 51.A

2. ÜNİTE SIRA SİZDE CEVAP ANAHTARI

Sıra Sizde Sayfa 96- 97: 1. Homozigot, Heterozigot, 2. Baskın, Çekinik, 3. Baskınlık İlkesi, 4. Benzerlik İlkesi, 5. Melez (Hibrit), 6. Ayrılma, 7. Monohibrit, 8. Fenotip, Genotip

Sıra Sizde Sayfa 99: a) Punnett Karesi b) 15/16, c) 9/16, ç) 4/16

	SD	Sd	sD	sd
SD	SSDD	SSDd	SsDD	SsDd
Sd	SSDd	SSdd	SsDd	Ssdd
sD	SsDD	SsDd	ssDD	ssDd
sd	SsDd	Ssdd	ssDd	ssdd

Aşağıdaki boş bırakılan yerleri doldurunuz.
Baskın, Genotipinin, Genotipi, Baskın, Çekinik, Heterozigot, Homozigot

Sıra Sizde Sayfa 104: 1) 1. Çocuk 2 ve 3. Aile, 2. Çocuk 1, 2 ve 3. Aile, 3. Çocuk 2. Aile, **2)** 1/2, **3)** 1/4, **4)** 1/2

Sıra Sizde Sayfa 112: 1. Fatma-Halis, Ayşe -Seyit, Ayşe-Mehmet, Elif-Halis, 2. Ayşe-Seyit, 3. 1/2, 4. Anne: X^HX^h Baba:X^HY

Sıra Sizde Sayfa 123: 1.Türkiye'de çok sık görülen bir hastalık olması, bazı bölgelerde çok sık görülebilmesi, göç yoluyla yayılabilmesi, taşıyıcı bireylerin fazlalığı **2.** Mutasyon **3.** Anne: Tt, Baba: Tt, hasta çocuk: tt, sağlıklı çocuk: TT veya Tt **4.** C

Sıra Sizde Sayfa 126: 2. Sarı kumlar üzerinde açık renkli bireylerin, kayalık bölgelerde koyu renkli bireylerin hayatta kalma şansı yüksek olur.

2. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

A) 1. Kalıtım, **2.** Baskın alel, **3.** Heterozigot, **4.** Homolog Kromozomlar, **5.** Ayrılma İlkesi, **6.** Gonozom

B) 7. 1 d, 2 ç, 3 a , 4 c, 5 b

C) 8. Kontrol çaprazlaması, **9.** Eş baskınlık, **10.** Çok alellilik, **11.** Lokus, **12.** Bağlı gen, **13.** Eşey kromozomu, **14.** Kan grubu antijenleri, **15.** Kan uyuşmazlığı, **16.** Rekombinant

Ç) 17. Anne: X^RX^r Baba: X^r Y, **18.** A ve B alellerinin 0'a baskın, kendi aralarında eş baskın olması, **19.** Genin nükleotit dizisinde, kromozom yapısında ve sayısında meydana gelen kalıcı değişikliklerdir. Sıcaklık, pH, radyasyon, alkol, uyuşturucu gibi maddeler mutasyona sebep olabilir, **20.** X'e bağlı çekinik özellikler erkekte bir tane X kromozomu bulunduğu için daha sık görülür, **21.** Annenin Rh negatif Bebeğin Rh pozitif olduğu dudumda anne ve bebek arasında kan uyuşmazlığı ortaya çıkar. Kan uyuşmazlığı sonucu annenin kanında oluşan anti Rh antikorları plasentadan bebeğe geçerek Rh(+) alyuvarların parçalanmasına neden olur. Bu durumda bebekte kansızlık ve buna bağlı sağlık sorunları ortaya çıkar, **22**. Kısmi renk körlüğü, hemofili, kas distrofisi, **23.** Kısa boylu olma ve esmer olma olasılığı ayrı ayrı bulunur. Erkek olma olasılığı ile birlikte çarpılır. (kısa boylu olma olasılığı X esmer olma olasılığı X erkek olma olasılığı) 3/4 X 3/4 X 1/2 = 9/32

24. Monohibrit çaprazlama : 3:1, Dihibrit çaprazlama : 9:3:3:1, **25.** 1/4, **26.** I , III , **27.** 4 ve 5. bireyler (X^HX^H ve X^HX^h) olabileceğinden kalıtımı tam olarak verilemez, **28.** I. Aktarılamaz, II. Aktarılır, III. Aktarılır, IV. Aktarılır, V. Aktarılamaz, **29.** I. Aktarılamaz, II. Aktarılamaz, III. Aktarılamaz, IV. Aktarılır, V. Aktarılamaz, **30.** İlaçlamada önce mutasyon sonucu direnç kazanmış böcekler hayatta kalmıştır. Bu böceklerin üremesiyle birey sayıları tekrar artmıştır, **31.** t_2 zaman aralığında azalmış, t_4 zaman aralığında artmıştır, **32.** b, **33.** c, **34.** Kusurlu bir genden dolayı hekzosaminidaz enziminin vücutta sentezlenememesi sonucu ortaya çıkan otozomal ve çekinik kalıtım gösteren bir hastalıktır, **35.** Hastalık otozomal ve çekinik kalıtım gösterdiği için sadece aa genotipine sahip bireyler hasta olur, **36.** C

D) 37.D, 38.E, 39.E, 40.C, 41.B, 42.B, 43.C, 44.B, 45.D, 46.B, 47.C, 48.A, 49.D, 50.E, 51.C, 52.C, 53.C, 54.E, 55.B, 56.A, 57.C, 58.A, 59.A, 60.C, 61.B, 62.E, 63.C, 64.A

3. ÜNİTE SIRA SİZDE CEVAP ANAHTARI

Sıra Sizde Sayfa 164: 1. fitoplanktonlar, zooplanktonlar, küçük gümüş balıkları, turna balığı, balık kartalı, **2**. Giderek artar. Çünkü DDT metabolik faaliyetlerde kullanılmaz. Suda çözünmediği için dokularda birikir ve besin zincirinde bir üst basamağa aktarılır,
3. Verilen besin zincirinde 0,008 mg DDT fitoplanktonlarda, 26,4 mg DDT turna balığında birikir.

3. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

A) 1. Genetik çeşitlilik, **2.** Popülasyon, **3.** Cansız, **4.** Besin zinciri, **5.** Trofik düzeyi, **6.** Otçul, **7.** Hem etçil hem otçul, **8.** Biyolojik birikim, **9.** %10'luk, **10.** Ayrıştırıcılar, **11.** Su döngüsü, **12.** Biyoçeşitlilik, **13.** Tür, **14.** Yenilenebilir

B) 15. Soru: 1 b, 2 k, 3 h, 4 a, 5 ı, 6 ç, 7 f, 8 ğ, 9 j, 10 d, 11 g, 12 c

C) 16. Ayrıştırıcı, **17.**Ekoton, **18.** Böcek kapan, öglena, **19.** Sürdürülebilirlik, **20.** Üretici, **21.** Tüketici, **22.** İnsan faaliyetlerinin ve tüketiminin fazla olması, **23.** İnsanların besin ve enerji piramidinde en üst basamakta olması, **24.** Asya fili, Anadolu parsı, kunduz, **25.** Geri dönüşüm, israfın önlenmesi vb. **26.** Ölü bitki ve hayvan atıklarını parçalayarak inorganik maddelerin doğaya tekrar kazandırılmasını sağlar, **27.** Endemik türlerin yaşadığı doğal ortamlar korunmalı, halk bilinçlendirilmeli, gerekli yasal düzenlemeler yapılmalı vb. **28.** Canlıların nesillerinin yok olması sebebiyle koruma altına alınıp gelecek nesillere aktarılması.

29. Biyoçeşitlilik azalır, deniz altı erozyonuna sebep olur. Deniz eriştesinin üzerinde ve deniz eriştesi ile birlikte yaşayan canlılar yok olur. Deniz altındaki yaşam için oksijen kaynağı olduğundan birçok canlı yaşamı tehlikeye girer.
30. Yaşam alanı denizdeki kumluk bölgelerdir. **31.** Erozyonu önler, oksijen üretir, diğer canlılar için yaşam ortamı oluşturur. **32.** Yoktur. **33.** İnsan faaliyetlerinin çok olması deniz eriştesinin yaşam alanını bozabilir ve neslini tehlike altına sokabilir, **34.** B

35. Cansız ve canlı bileşenlerin temelini oluşturur. Endemik türler dâhil biyoçeşitliliğin artışını sağlar, **36.** Endemik türlerin ve biyoçeşitliliğin fazla olması, **37.** Bitki çeşitliliğinin fazla olması, coğrafik konum vb. **38.** Havasının temiz ve doğasının güzel olması, **39.** İnsan faaliyetlerini azaltmak ve korumak, **40.** C

Ç) 41.C, 42.D, 43.E, 44.D, 45.B, 46.D, 47.E, 48.E, 49.E, 50.A, 51.E, 52.D, 53.B, 54.E, 55.D, 56.D, 57.C, 58.E, 59.E, 60.B, 61.D, 62.E, 63.C, 64.E, 65.A, 66.C, 67.E, 68.E, 69.A

SÖZLÜK

A

abiyotik : Çevredeki su ve toprak gibi cansız maddeler.

adaptasyon : Canlıların çevre koşullarına uyumu.

aerosol : Bir katı ya da sıvının hava (gaz) ortamında heterojen olarak dağılmasıyla oluşan karışım.

akustik : Sesin özelliklerini inceleyen bilim dalı.

albino : Doğuştan deri, saç ve gözlerde renk maddesi bulunmayan kişi.

alel : Her biri, bir karakterin farklı şekilde belirmesine sebep olan tek bir gen lokusunun iki veya daha fazla sayıda alternatif şekilleri.

alg : Su yosunu.

alyuvar : Omurgalı hayvanların kanında bulunan, memelilerde yuvarlak ve çekirdeksiz, sadece lama ve devede diğer omurgalılarda olduğu gibi oval ve çekirdekli olan, içindeki hemoglobinle oksijen bağlayarak taşınmasını sağlayan kırmızı renkli kan hücresi.

anaç : Aşılamada ana bitkiye verilen isim.

anız : Ekinin biçildikten sonra tarlada kalan köklü sap kısmı.

antijen : Bağışıklık cevabına sebep olan herhangi bir madde.

antikor : Hastalığa sebep olan etkenleri zararsız duruma getirmek için vücudun çıkardığı protein yapılı madde.

arke : Tek hücreli organizmadan oluşan mikroskobik canlı.

asetoorsein : Kromozomlarda ezme preparat yapılmasında kullanılan %45'lik asetik asit içerisinde hazırlanan %1'lik orsein çözeltisinden oluşan boya.

asetokarmin : Kromozomlarda ezme preparat yapılmasında kullanılan % 45'lik asetik asit içinde hazırlanan % 5'lik karmin çözeltisinden oluşan boya.

atom : Bir elementin bütün özelliklerini taşıyan en küçük parçası, yapı birimi.

ATP (adenozin trifosfat) : Adenin, riboz ve üç tane fosfat grubunu içeren, hücre içinde enerji depolayan bileşik.

B

bağımsız dağılım : 1. Mendel'in ikinci kanunu. 2. Farklı kromozom çiftlerinde bulunanan genlerin gametlere birbirinden bağımsız olarak dağılması.

bakteri : Toprakta, suda ve canlılarda bulunan çürüme, mayalanma veya hastalıklara yol açan, küresel, silindirimsi, kıvrık biçimde olan, bölünerek çoğalan tek hücreli canlı.

beher : Sıvıları muhafaza etmek için kullanılan cam, porselen veya plastikten yapılmış, silindir şeklinde bir kap.

bisturi : Laboratuvarda kullanılan keskin bıçak.

biyocoğrafya : Bitkilerin ve hayvanların yeryüzü dağılımı ile uğraşan bilim dalı.

biyofizik : Fizyolojide geçen fiziksel olayların bilimi.

biyoinformatik : DNA sekansları gibi karmaşık biyolojik bilgilerin analizinde, bilgisayarların veya matematiğin kullanılması.

biyokimya : Canlı hücreleri, dokuları inceleyen ve bunları oluşturan maddeleri araştıran bilim dalı.

biyosfer : Canlı organizmaların birbirleriyle ilişkilerinin sürdüğü kayaç, su ve hava katmanlarından oluşan yeryüzü örtüsü.

biyoteknoloji : Canlı hücreleri ve mikroorganizmaları kullanarak biyolojik tekniklerle endüstri ve tıp alanında kullanılmak üzere materyal üretimi.

biyotik : Canlılığa ait.

C-Ç

çekirdek : Ökaryot hücrelerde bir ya da daha fazla bulunan, kalıtım materyali olan DNA ile çeşitli organik ve inorganik maddeleri kapsayan, çift zarla çevrelenerek sitoplazmadan ayrılmış olan hücre organeli.

D

deodorant : Koku önleyici. Vücudun belli bölgelerinde oluşan ter kokusunu önlemek ya da aşırı terlemeye engel olmak için kullanılan ürün.

denitrifikasyon : Biyosferde nitrat iyonunun bakteri faaliyeti ile canlılar için kullanılamaz şekli olan moleküler azota indirgenmesi olayı.

dihibrit : İki alel çifti bakımından heterozigot olan birey.

diploit : Aynı kromozom takımından iki tane kapsayan hücre ya da birey.

dominant : Baskın.

E

ekoloji : Çevre bilimi.

ekosistem : Belli bir alandaki canlı birliklerin ve cansız varlıkların hepsinin birden oluşturduğu sistem.

ekoton : Birbirinden farklı iki bitki birliği ve vejatasyon tipi arasındaki geçiş zonu.

embriyo : Yumurtadan meydana gelen, yumurta zarı, yumurta kabuğu ile korunan ya da vücudun içinde bulunan ve gelişmenin erken evrelerinde olan genç organizma.

endemik : Bir bölgeye özgü, yerli olan.

enlem : Dünya üzerindeki bir yerin Ekvator'a olan uzaklığının derece (º), dakika (') ve saniye (") cinsinden açısal değeri.

enzim : Bir kimyasal tepkimeyi gerçekleştiren ve onu hızlandıran, çoğunlukla protein yapısında olan organik madde.

epidermis : Bitkilerde kök, gövde ve yaprakların dış epitel örtüsü. Hayvanların vücudunu kaplayan derinin üst tabakası, üst deri.

epitel hücre : Vücut dış yüzeyini, organların iç yüzeyini örten hayvansal doku hücreleri.

F

fauna : Bir ülke, bölge özel bir çevre ya da devreye has tüm hayvanlar.

fenotip : Bir organizmanın genetik yapısına bağlı olarak dış etkenlerin de etkisiyle ortaya çıkan görünüşü.

fetüs : Embriyonun gelişimini büyük ölçüde tamamladığı, bütün organ taslaklarının oluştuğu 3. Aydan doğuma kadarki durumu.

fitoplankton : Sularda pasif olarak yer değiştiren bitkisel organizmalar.

flora : Bir bölgenin bitki örtüsü topluluğu.

formaldehit : CH_2O formülüne sahip bir organik bileşik.

fosil yakıt : Çürümüş hayvan ve bitki kalıntılarından uzun zaman sürecinde oluşmuş petrol, kömür vb. yakıtlar.

fotootrof : Işık enerjisini kullanarak kendi besinini üreten canlılar.

G

gamet : Eşey hücresi.

gen : Kromozom üzerinde belirli bir yer işgal eden kalıtımın temel birimi.

genetik : Kalıtım bilimi.

genetik mühendisliği : Canlıların kalıtsal özelliklerini değiştirerek yeni işlevler kazandırılmasına yönelik işlemler yapan bilim alanı.

gen havuzu : Bir popülasyonda bulunan genlerin hepsi.

genotip : Canlının sahip olduğu genlerin tümü.

Golgi aygıtı : Ökaryotik hücrelerin sitoplazmasında bulunan, hücreden ekzositoz yoluyla salgı salgılanmasında işlev gören organel.

gonozom : Ökaryotik canlılarda eşeyi (cinsiyeti) belirleyen kromozomlar.

güneş paneli : Üzerinde güneş enerjisini soğurmaya yarayan birçok güneş hücresi bulunduran enerji kaynağı.

H

haploit : Tek bir kromozom takımı kapsayan hücre ya da organizma.

hardal gazı : Kükürt klorür içerikli, kimyasal silah olarak kullanılan zehirli gazı.

herbivor : Otla beslenen canlılar.

hermafrodit : Her iki eşeye de sahip canlı. Erkek ve dişi eşey organlarının aynı organizmada birlikte bulunması.

hibrit : Melez. İki tür arasında yapılan birleştirmeler sonucu elde edilen yavru.

hiperaktivite : Aşırı etkin. Hareketli.

hormon : İç salgı bezleri tarafından salgılanıp kana verilerek vücudun başka bölgesindeki hücre ya da hücre gruplarını faaliyete geçiren, kimyasal yapılarına göre ve etki şekillerine göre gruplandırılan, başta beyin olmak üzere eşey organları, adrenal bezler, tiroid, pankreas vb. organlardan salınan birincil haberci maddeler.

humus : Toprak üzerindeki ve içindeki organik atıkların ayrışması sonucu oluşan koyu renkte organik toprak.

hücre : Canlının canlılık özellikleri taşıyan yapı ve görev bakımından en küçük parçası.

I-İ-J

iğ ipliği : Mitoz ve mayoz sırasında bölünmekte olan hücrenin her kutbundan çıkarak yayılan ve çekirdek bölünmesi sırasında kromozomların hareketinde rol oynayan mikrotübül dizisi.

iklim : Yeryüzünün herhangi bir yerinde atmosferdeki hava olaylarının ortaklaşa gerçekleştirdikleri etkilerin, uzun yılların ortalamasına dayanan durumu.

inorganik : İçinde canlı göze bulunmayan, cansız olan. Hücrelerin cansız bölümleri.

ispirto ocağı : Genellikle laboratuvarlarda kullanılan, yakıt olarak ispirto konulan ve ispirtoyu bir fitile çekerek yakan ocak.

jeotermal kolektör : Yer kabuğunun iç kısımlarında ısınan sıcak su ya da buharın küçük kesitli birkaç boruyla bir ana boruda toplanması ile enerji elde etmeye yarayan düzenek.

K

kalıtım : Biyolojik özelliklerin, genlerin bir dölden diğerine aktarılması.

kallus : Organize olmamış, farklılaşmamış bitki hücrelerinin çoğalmış kütlesi.

kanser : Organizmada meydana gelen ve hücreleri kontrolsüz büyüyen kötü huylu tümörlere verilen genel ad.

karnivor : Etle beslenen canlılar.

karyokinez : Mitoz ve mayoz bölünmede çekirdekte ortaya çıkan değişikliklerin tümü.

karyotip : Bir hücre, birey veya türün genellikle mitoz metafazındaki kromozomların sayı ve şekil özellikleri bakımından düzenlenişi.

katarakt : Göz merceğinin saydamlığını yitirerek ağarmasından ileri gelen ve görmeyi engelleyen rahatsızlık, perde.

kinetokor : Kromozomun sentromeri içinde bulunan mayoz ve mitozda yardımcı bazı proteinlerle iğ mikrotüpçüklerine (içi boş tüpçük) bağlanan, yoğun boyanan özelleşmiş bölge.

kiyazma : Mayozun I. profazında, iki kromatit arasında gözlenebilen bağlantı ya da krossing over yeri.

klorofil : Güneş ışığını soğurarak bitkilerde karbon özümlemesini sağlayan ve bitkilere yeşil rengini veren madde.

kloroflorokarbon : Klor, flor ve karbon atomlarından oluşmuş organik bileşik.

kombinasyon : Bir grup içerisinden sıra gözetmeksizin yapılan seçimler.

komünite : Belli çevresel koşullara sahip bir ortamda yaşayan bitkisel ve hayvansal popülasyonların bir araya gelmesiyle oluşan topluluk.

kromozom : Hücre bölünmesi sırasında DNA'nın kısalıp kalınlaşarak belirgin hâle gelmesiyle oluşan yapı.

krossing over : Homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri arasında genlerin karşılıklı olarak değiştirilmesi.

L

lam : Mikroskopta incelenecek maddelerin üzerine konulduğu, dar uzun cam parçası.

lamel : Mikroskopta yapılan incelemede bazen lamların üstüne kapatılan dört köşe, küçük ve ince cam parçası.

larva : Tüm başkalaşım gösteren böceklerde yumurtadan çıkan ve ergin karakteri göstermeyen kanatsız, kurt biçimindeki evre, kurtçuk.

lokus : Belli bir gen ya da bu genin alellerinden birinin kromozom üzerinde bulunduğu düşünülen yer.

M-N

mayoz : Eşey organlarında eşey hücrelerinin oluşması sırasında diploit kromozom sayısının yarıya indiği ve dört haploit hücrenin oluştuğu hücre bölünmesi tipi.

metabolizma : Canlı organizmada ya da canlı hücrede meydana gelen yapıcı ve yıkıcı nitelikteki biyokimyasal olayların tümü.

mikrobiyoloji : Mikropları ve "mikro" boyutundaki organizmaları inceleyen bilim dalına verilen isim.

mikrofilament : Ökaryotik hücrelerin sitoplazmasında bulunan, yapı ve hareketi sağlayan aktin proteininden oluşmuş iplikçikler.

mikrotübül : Ökaryot hücrelerde, hücre iskeletinin yapısına katılan, kamçılı ve sillilerde ise sillerin yapısına katılan, protein yapıda içi boş tüpçükler.

modifikasyon : Çevre etkisi ile fenotipte meydana gelen değişiklikler.

molekül : Maddenin büyük ölçüde özelliklerine ve yapısına sahip bileşimin ya da kovalent bağlarla bağlı bir elementin en küçük parçası.

moleküler genetik : DNA'nın molekül yapısının ve kodladığı bilginin incelenmesi; gen ifadesinin ve düzenlenmesinin biyokimyasal temelinin araştırılması.

monohibrit : Bir karakter bakımından farklı olan ana babanın melez dölü, bir alel çifti bakımından heterozigot birey.

mutant : Bazı etkenler nedeni ile genetik materyalin değişmesi sonucu farklılaşmış, mutasyona uğramış hücre ya da birey.

mutasyon : DNA dizilerinde kendiliğinden ya da kimyasal maddeler gibi etkenler sebebiyle meydana gelen kalıcı değişiklik.

nitrifikasyon : Amonyak içindeki azotun nitröz asit, nitrik asit veya tuzlarına yükseltgenmesi işlemi.

nitrik asit : Bileşiminde üç oksijen, bir hidrojen ve bir azot bulunduran kuvvetli asit.

nükleotit : DNA ya da RNA'nın tekrarlanan birimleri; riboz ya da deoksiriboz şekerine bağlı bir pürin ya da pirimidin bazı ve fosfat grubundan oluşan yapı.

O-Ö

omnivor : Hem bitki hem de hayvansal besinlerle beslenen canlılar.

organik : Doğal yolla yapılan. Doğada kendiliğinden olan. Canlı tarafından sentezlenen.

otizm : İçe yönelik olan.

otozom : Cinsiyet kromozomu olmayan kromozomlar. Vücut kromozomları.

öglena : Tatlı suda yaşayan, kamçı biçimindeki uzantısıyla hareket eden mekik biçimindeki bir hücreli.

P

petri kabı : İçerisine besi yeri dökülen bakteri ve maya gibi canlıları üretmekte kullanılan düz yuvarlak cam kap.

pigment : Bitki ve hayvanlarda renk maddesi.

plankton : Denizlerde ve tatlısularda, suyun hareketi ile pasif olarak sürüklenen küçük organizmalar.

protist : Ayrışık bir canlı grubu ve hayvan bitki ya da mantar olarak değerlendirilmeyen ökaryot canlılardan oluşan canlı.

protein : Canlı hücrelerin ana maddesini oluşturan, genellikle sülfür, oksijen ve karbon ögeleri bulunan amino asit birleşiminden oluşmuş, yumurta akı, et, süt vb. yiyeceklerde bulunan karmaşık yapılı doğal madde.

polen : Tohumlu bitkilerin çiçek tozu. Bitkilerde erkek üreme hücresi.

popülasyon : Belli bir bölgede yaşayan aynı türün bireylerinden oluşan yaşama birliği ve topluluğu, popülasyon.

proton : Bütün atom çekirdeklerinde bulunan pozitif elektrik yükü ve bir nötronunkine eşit kütlesi olan temel partikül.

R

rejenerasyon : Bir çok canlının, değişik nedenlerle zarar gören ya da kopan vücut parçalarını mitoz bölünmeyle yenilemesi.

rekombinant DNA : Farklı biyolojik kaynaklardan elde edilen DNA moleküllerinin birleşmesinden oluşan yapı.

resesif : Çekinik. Birkaç kuşak sonra ve o zamana kadar aradaki döllerde gizli kalan.

rizom : Genellikle toprak altında bulunan ve yukarı doğru filizler, aşağı doğru kökler veren kalın yatay gövde.

rüzgar türbini : Rüzgârdaki kinetik enerjiyi önce mekanik enerjiye daha sonra da elektrik enerjisine dönüştüren sistem.

S

sentromer : Kromozom üzerinde iğ ipliklerinin bağlandığı özel bir bölge.

sentrozom : İnsan ve hayvan hücrelerinde bulunan, birbirine dik iki sentriolden oluşan, hücre bölünmesinde görevli olan, hücrenin normalden daha hızlı bölünmesini sağlayan organel.

sitokinez : Hücre bölünmesi sırasında kromozomların bölünmesinden sonra sitoplazmanın ikiye ayrılması.

siyanobakteri : Enerjilerini fotosentez yoluyla elde eden bir bakteri.

soyağacı : Bir bireyin soyunu geçmişten bugüne kadar gösteren çizelge.

spor : Bitkilerin ya da hayvanların çok özelleşmiş olan ve hayatın devamını sağlayan üreme yeteneğindeki hücreleri.

stolon : Toprak yüzeyine paralel uzanan gövde tipi.

T

tirozin : Amino asit çeşidi.

toksin : Ağız yoluyla alındığında veya herhangi bir yolla emildiğinde biyolojik sistemlerde hasar veya ölüm oluşturan maddeler.

transgenik : Genetik mühendisliği metotlarıyla kendine ait olmayan genler nakledilmiş herhangi bir bitki ya da hayvan.

tümör : Hücrelerin anormal çoğalması ile oluşan büyüme.

tür : Ortak atadan gelen, kendi aralarında üreyebilen ve verimli döller oluşturan canlı topluluğu.

U-Ü-V

ultraviyole : Morötesi ışın.

varyasyon : Bazı karakterler bakımından farklı olma, orta durumdan sapma. Çeşitlilik.

Y-Z

yoğuşma : Atmosferdeki su buharının gaz hâlden sıvı ya da katı hâle geçmesi.

yumurta : Genellikle yuvarlak şekilli, dişi eşey organında mayoz bölünmeleri sonucu teşekkül eden haploit kromozom sayılı, erkek eşey hücresi ile birleşerek zigotu meydana getiren, büyük, hareketsiz bir hücre.

zigot : Bir dişi ve bir erkek hücrenin birleşmesi ile oluşan döllenmiş yumurta.

KAYNAKÇA

Afyon, A., Kaya, M. A.,Yağız, D.(2011).*Genel Biyoloji* (4. Baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.
Akman, Y. (1998). *Bitki Biyolojisine Giriş Botanik* (8. Baskı). Ankara: Palme Yayıncılık.
Akman, Y., Güney, K. (2011). *Bitki Biyolojisi Botanik*. Ankara: Palme Yayıncılık.
Başaran, N. (1996). *Tıbbi Genetik* (6. Baskı). Eskişehir: Bilim Teknik Yayınevi.
Bernstein, R., Bernstein, S. (2000). *Biology* (3. Baskı). San Francisco: WmC. BrownYayınevi.
Bozcuk, S. (2004). *Genel Botanik* (5. Baskı). Ankara: Katipoğlu Basın Yayın.
Çepel, N. (2006). *Ekoloji Doğal Yaşam Dünyaları ve İnsan*. Ankara: Palme Yayıncılık.
Demirsoy, A. (2011). *Yaşamın Temel Kuralları* (Genel Biyoloji/Genel Zooloji 22. Baskı). Cilt 1/ Kısım 1, Ankara: Meteksan A.Ş.
Demirsoy, A. (2007). *Yaşamın Temel Kuralları* (Genel Biyoloji/Genel Zooloji 15. Baskı). Cilt 1/ Kısım 2, Ankara: Meteksan A.Ş.
Deniz, E. (1992). *Tıbbi Biyoloji* (4. Baskı). Ankara: Özkan Matbaacılık.
Doğan, A., Dökme, İ., Yılmaz, M., Timur, B., Mıhladız, G., Timur, S. (2013). *Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I-II* (2. Baskı). Ankara: Palme Yayıncılık.
Edelson, E. (2006). *Gregor Mendel, Genetiğin Temelleri* (5. Baskı). Ankara: TUBİTAK.
Hall, J. E. (2013). *Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji* (12. Baskı). (Çeviri Editörleri: Yeğen, B., Alican, İ., Solakoğlu, Z.). İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi.
Fried, H. G., Hademenos, G. J. (2015). *Biyoloji* (4. Baskı). (Çeviri Editörleri: Karataş, M., Gökhan, S.). Ankara: Nobel Yayıncılık.
Karol, S., Ayvalı, C., Suludere, Z. (2000). *Hücre Biyolojisi*. Ankara: Öğün Matbaacılık.
Karol, S., Ayvalı, C., Suludere, Z. (2010). *Biyoloji Terimleri Sözlüğü* (5. Baskı). Ankara: TDK.
Kocataş, A. (2012). *Çevre Biyolojisi Ekoloji* (12. Baskı). Bursa: Dora Yayıncılık.
Kuru, M., Ergene, S. (2011). *Genetik* (3. Baskı). Ankara: Palme Yayıncılık.
Odum, E. P., Barret, G. W. (2008). *Ekolojinin Temel İlkeleri* (5. Baskı). (Çeviri Editörü: Işık, K.). Ankara: Palme Yayıncılık.
Reece, J. B., Uury, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., Jackson, R. B. (2013). *Campbell Biyoloji* (9. Baskı). (Çeviri Editörleri: Gündüz, E., Türkan, İ.). Ankara: Palme Yayıncılık.
Reece, J. B., Uury, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, Rebecca B. Orr (2022). *Campbell Biyoloji* (12. Baskı). (Çeviri Editörleri: Gündüz, E., Türkan, İ.). Ankara: Palme Yayıncılık.
Sadava, D., Hıllıs, D. M., Heller, C. H., Berenbaum, M. R. (2014). *Yaşam Biyoloji Bilimi* (9. Baskı). (Çeviri Editörleri: Gündüz, E., Türkan, İ.). Ankara: Palme Yayıncılık.
Şişli, M. N. (1999). *Çevre Bilimi Ekoloji* (2. Baskı). Ankara: Gazi Kitabevi.
Taiz, L., Zeıger, E. (2008). *Bitki Fizyolojisi* (3. Baskı). (Çeviri Editörü: Türkan, İ.). Ankara: Palme Yayıncılık.
Topaktaş, M. (2014). *Genetik* (1. Baskı). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti.
T.C. (2018). *MEB Ortaöğretim Biyoloji Dersi (9, 10, 11, 12. Sınıflar) Öğretim Programı*.
Türkçe Sözlük. (2012). Ankara: TDK Yayınları.
Yazım Kılavuzu. (2012). Ankara: TDK Yayınları.

Görsel kaynakçası

Genel ağ kaynakçası

Bu karekodu kullanarak ulaşabilirsiniz.